



Projet PHOEBUS :
Profondeur des entités
Hydrogéologiques et évaluation des
contraintes à l'infiltration des Eaux
pluviales urbaines sur le territoire de
Rennes Métropole

Point d'avancement du 01/06/2018

-1.89 3740.46 -625.5



PROJET PHOEBUS

Maîtrise d'ouvrage DEI COP Rennes Métropole



Direction de l'Espace Public et des Infrastructures

Participation financière à la hauteur de 80 %



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Participation financière à la hauteur de 20 %

CONVENTION DE RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT PARTAGÉS RELATIVE AU PROJET PHOEBUS :

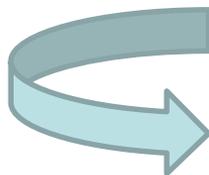
Profondeur des entités Hydrogéologiques et évaluation des cONtraintes à l'infiltration des Eaux pluviales urBaines sUR le territoire de RenneS Métropole



OBJECTIFS DU PROJET PHOEBUS

Les objectifs de ce projet visent donc à :

- identifier les nappes souterraines en présence sur le territoire de Rennes Métropole,
- établir une carte piézométrique en période de hautes eaux afin d'aboutir à une carte d'épaisseur de la zone non saturée (zone située entre le sol et la nappe phréatique),
- Croiser les différents paramètres permettant d'apprécier l'aptitude des terrains à l'infiltration de l'eau de pluie via les divers sols,



Produire une carte des zones favorables et défavorables à l'infiltration des eaux pluviales sur le territoire de Rennes Métropole

Rappel : Programme des travaux

> Etude basée sur une analyse multi-critères. Paramètres identifiés :

- Des données sur la géologie affleurante,
- Des données sur la nature infiltrante des sols (pédologie ou/et Indice de Développement et de Persistance des Réseaux [IDPR], essais de perméabilité etc.),
- La topographie et en particulier la pente,
- L'épaisseur de la zone non saturée (ZNS),
- Les zones géographiques avec des contraintes et des enjeux (contraintes réglementaires, zones à urbaniser dans le futur...).

Programme des travaux

1) Collecte et mise en forme des données

- L'extraction et la collecte de couches d'informations,
- L'analyse et le regroupement géologiques,
- La mise en forme et la constitution du SIG,
- Le calcul de paramètres spatialisés : cartes des pentes, bassins versants, IDPR...

-> Logiciel SIG à définir : ArcGis, Qgis ou Mapinfo

2) Réalisation d'une carte piézométrique en période de hautes eaux

-> interpolation et calcul de l'épaisseur de la zone non saturée

3) Analyse multicritères et identification des zones défavorables à l'infiltration des eaux pluviales



> 1) Collecte et mise en forme des données

- Données prioritaires à collecter :

Critères	Echelle	Remarques
IDPR	1/50 000	Données BRGM. A recalculer à une échelle adaptée pour le territoire de Rennes Métropole
MNT	40 cm	MNT disponible dans les services de Rennes Métropole. Réalisation d'une carte des pentes. MNT utilisé : probablement 20 m . Attention aux cotes au niveau des ponts des rivières.
Carte géologique	1/50 000 harmonisée	Donnée BRGM
Secteurs à urbaniser	?	Couches vecteurs disponibles dans les services de Rennes Métropole
Zones humides	1/5000 ? (à confirmer).	Couches vecteurs disponibles dans les services de Rennes Métropole (dans le cadre des PLU).
Sites potentiellement pollués	?	Sur la ville de Rennes (échelle ?). Sur le reste de l'agglomération -> Données BASIAS (Base des anciens sites industriels et activités de service)
Périmètres de protection des captages des ESO et ESU	1/5000	Voir en interne BRGM + ARS
Cavités souterraines		Données BRGM
Mouvements de terrain		Données BRGM (pour fin 2017).
Argiles gonflantes (ARG : aléa retrait gonflement)		Données BRGM
Proximité des cimetières	BD TOPO et BD TOPAGE?	BRGM et Rennes Métropole

Données récupérées (Rennes M)

Données récupérées (BRGM)

sciences pour une Terre durable



> 1) Collecte et mise en forme des données

Couche	Echelle	Remarques
Carte pédologique	Référentiel Régional Pédologique au 1/250 000	Utilisation notamment du volet "sols à caractère hydromorphe"
Carte pédologique	Existence de fragments de carte pédologiques à 1/25 000 dans le sud de l'agglomération de Rennes.	
Carte des familles de sols	Echelle 1/250 000 ?	Réalisé par l'équipe AgroCampus « Sols de Bretagne »
Carte d'épaisseur des sols	1/250 000	Carte de l'INRA (sous-produit de la carte pédologique à 1/250 000)
Carte du drainage naturel des sols	1/250 000	Carte de l'INRA (sous-produit de la carte pédologique à 1/250 000)
Cadastre	1/5000 ou 1/1250	Couches vecteurs disponibles dans les services de Rennes Métropole, sous forme de flux.
Limite du territoire de Rennes Métropole		Données Rennes Métropole
Tracé des rivières et des bassins versants		BD CARTHAGE
<u>Milieux potentiellement humides en France</u>	1/100 000	Carte nationale de l'INRA et AGROCAMPUS Ouest + carte des zones humides d'Ille-et Vilaine
Coupes géologiques	1/25 000 (et plus précis)	Forages de la Banque du Données du Sous-Sol disposant d'une description géologique (info complémentaire sur la ZNS et perméabilité en profondeur)

Récupération en cours (RDV avec AgroCampus le 16/02/18). Rédaction convention échange données en cours.

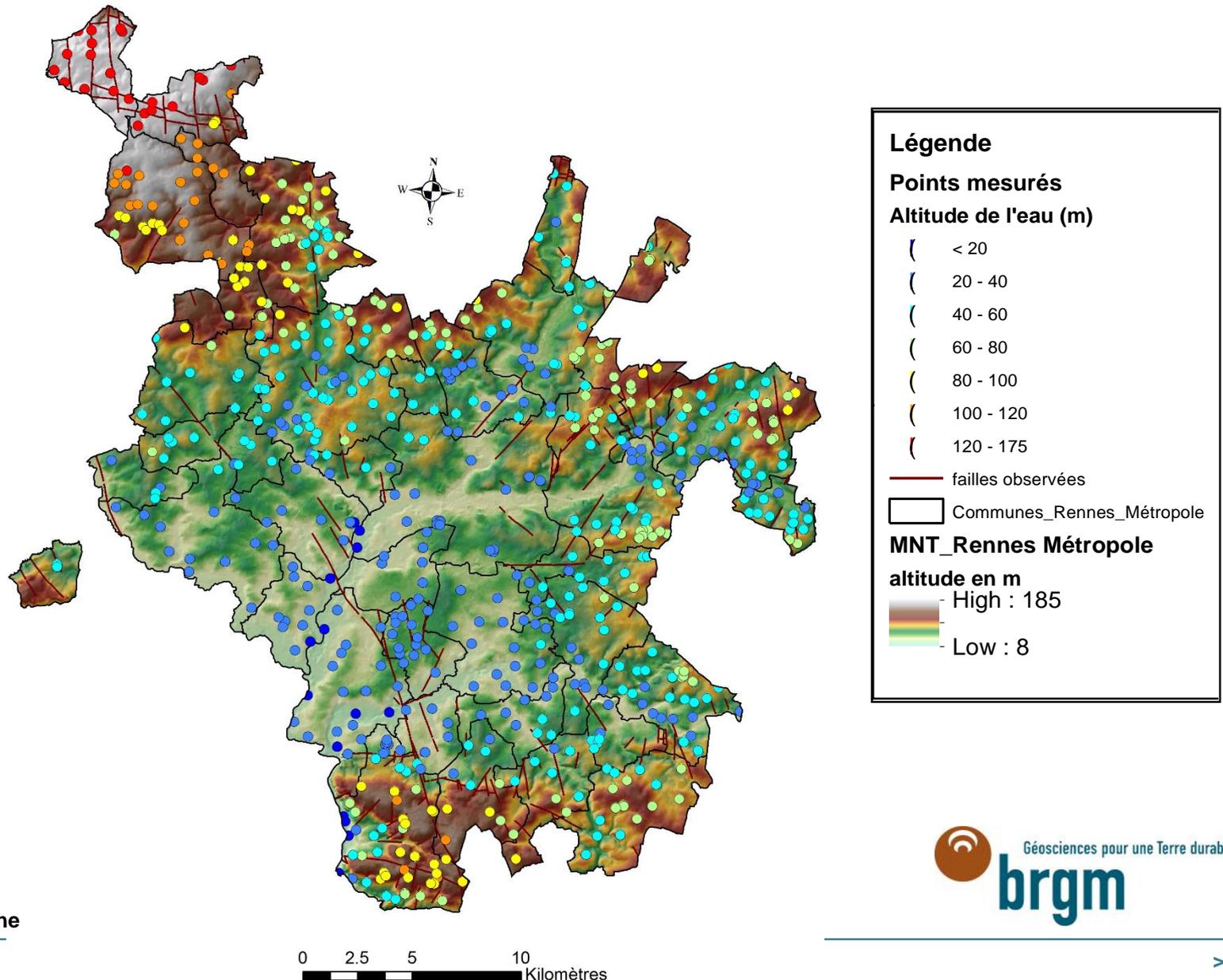
Données récupérées (Rennes M)

Données récupérées (BRGM)

Données récupérées (BRGM)

lurable

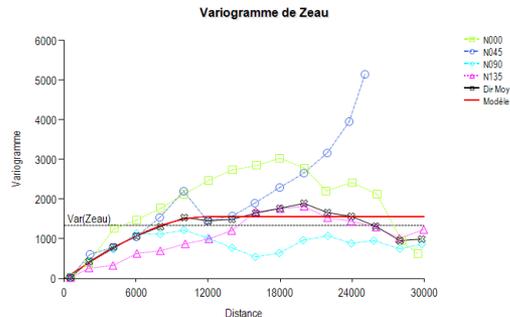
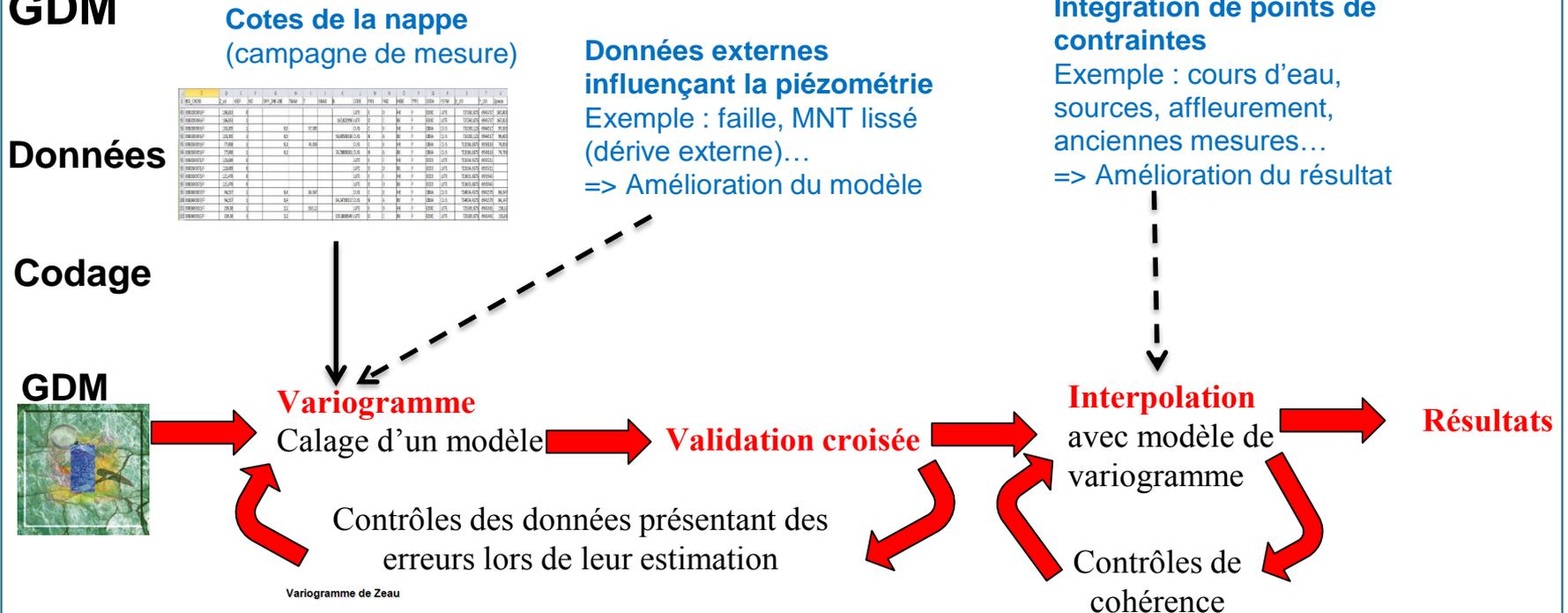
2) Réalisation d'une carte piézométrique en période de hautes eaux



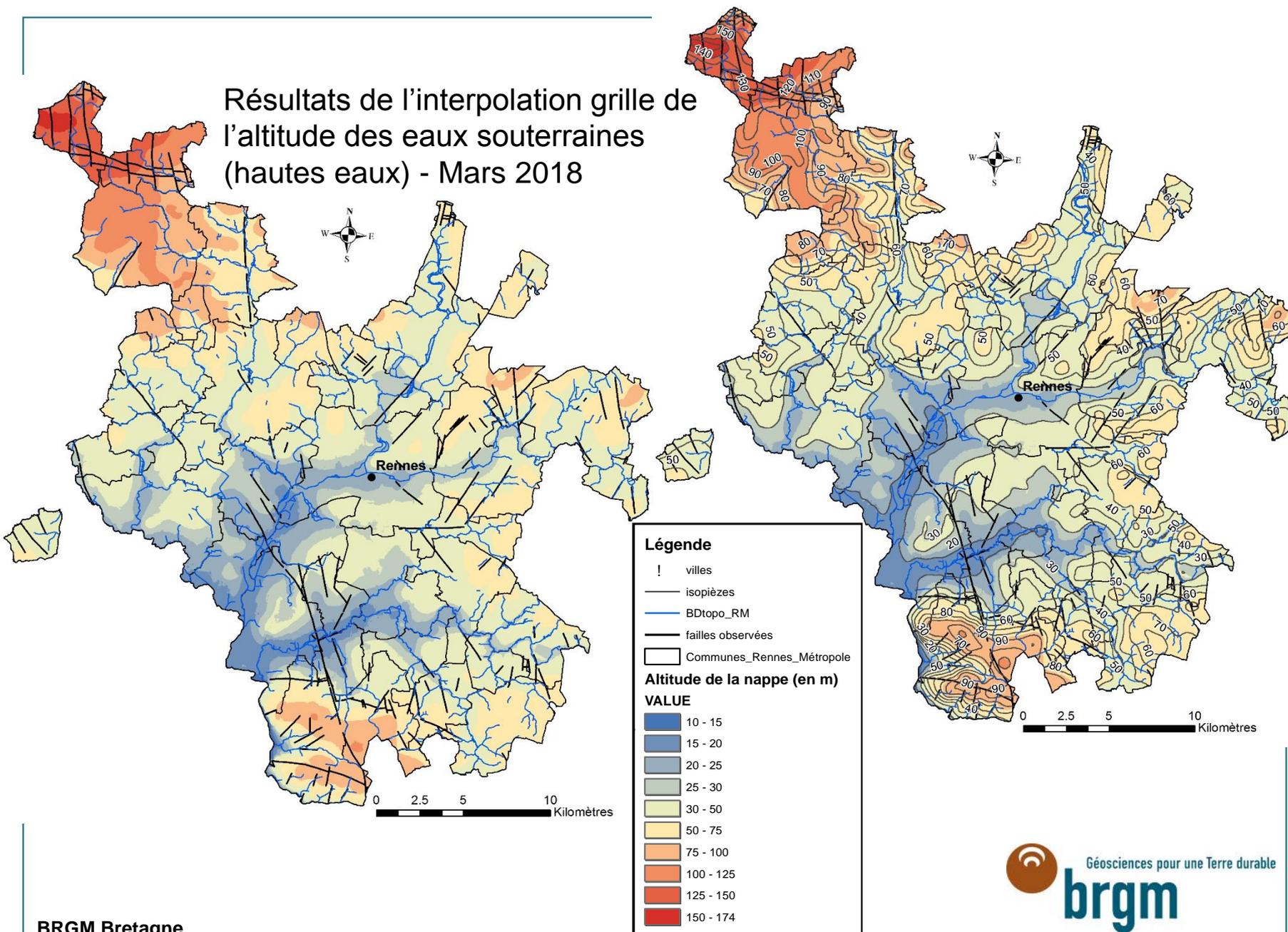
2) Réalisation d'une carte piézométrique en période de hautes eaux

Interpolation de la carte piézométrique (1)

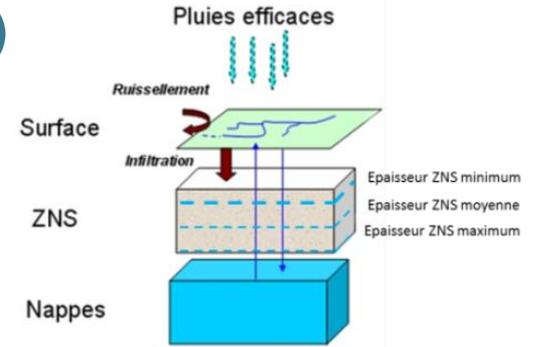
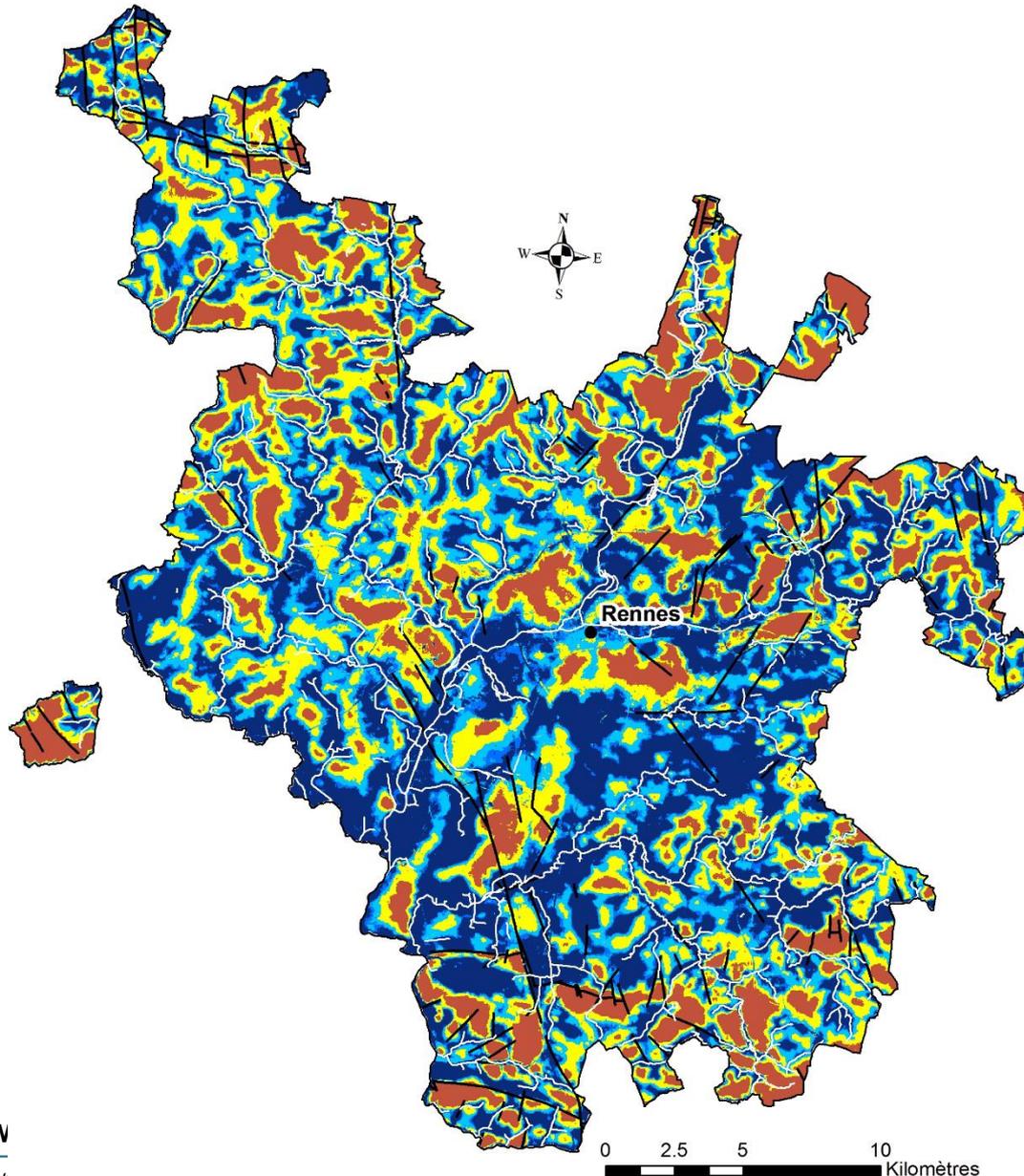
PRINCIPE DE LA MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE 3D SOUS GDM



Résultats de l'interpolation grille de l'altitude des eaux souterraines (hautes eaux) - Mars 2018



Calcul de l'épaisseur de la zone non saturée (1)



Légende

- ! villes
- BDtopo_RM
- failles observées

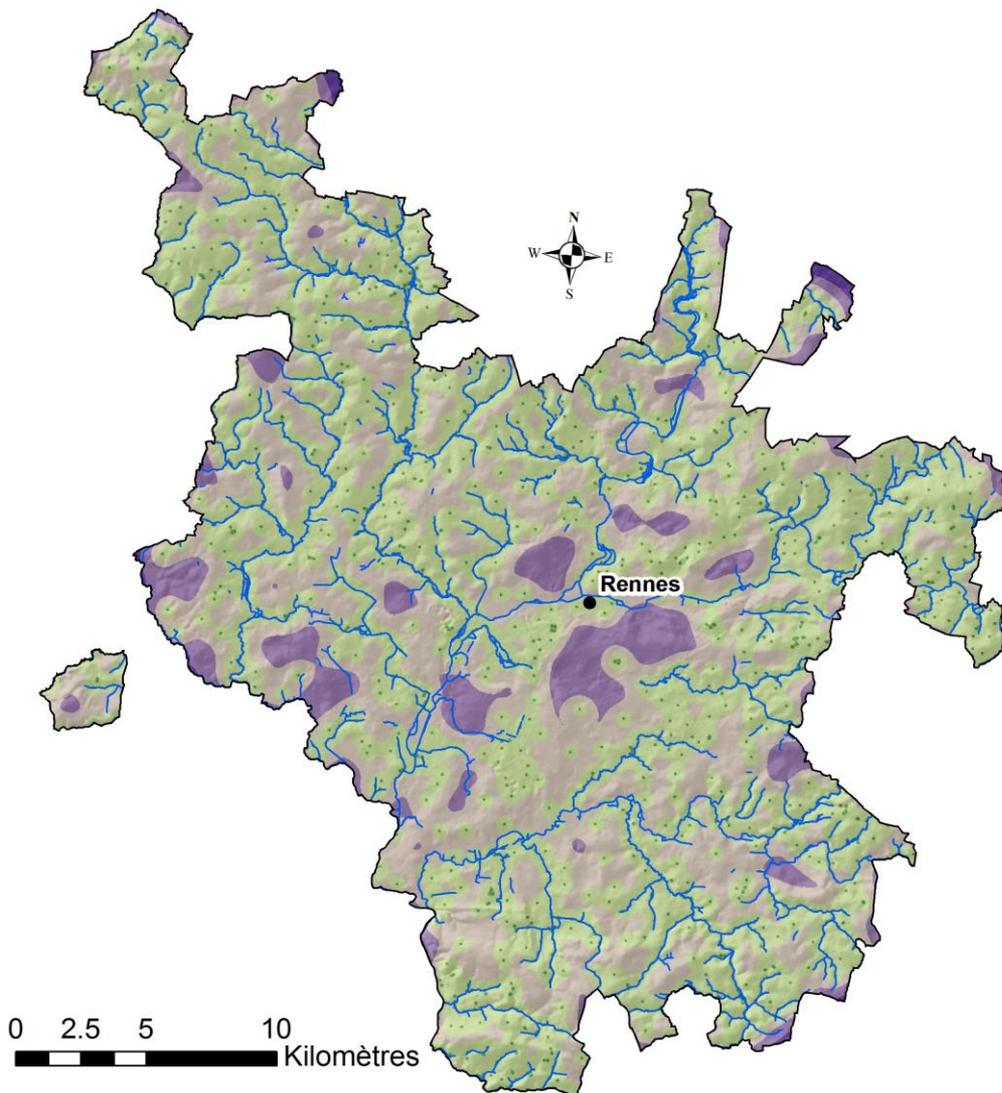
Epaisseur de la ZNS

(en m)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10
- > 10 m

Calcul de l'épaisseur de la zone non saturée (3)

Ecart type de krigeage



Légende

! villes

— BDtopo_RM

Ecart type de krigeage

VALUE

< 1 m

1 - 2 m

2 - 5 m

5 - 7 m

7 - 10 m

> 10 m

3) Analyses Multicritères

> Le concept

La réalisation de la carte des contraintes et de l'aptitude des sols à l'infiltration des eaux pluviales doit être précédée par différentes étapes :

- le choix d'unités fonctionnelles, entités géographiques destinées à supporter une information homogène,
- le choix des critères et de leur cotation (IDPR, pentes, profondeur de la ZNS,.....),
- la réalisation de tests.
- la réalisation de rendus cartographiques

3) Analyses Multicritères

> Définition des unités fonctionnelles (1)



Le concept des unités fonctionnelles

- Les unités fonctionnelles sont supposées d'un comportement hydrogéologique homogène (première approche).
 - Parce qu'elles résultent de l'intersection de couches d'informations géographiques issues de référentiels communément exploités (masses d'eau souterraine, entités hydrogéologiques, ...).
 - Les couches d'information choisies en fonction de la thématique (hydrogéologie, géologie, hydrologie...)
 - Elles constituent le moyen d'associer des résultats à des objets aisément manipulables dans les systèmes d'informations couramment constitués dans le domaine de l'Eau.

3) Analyses Multicritères

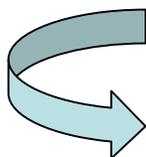
> Définition des unités fonctionnelles (2)

Plusieurs propositions pour le projet PHOEBUS

Information de base : Les entités hydrogéologiques de la BD Lisa dans le socle sont des bassins versants.

Approche retenue pour les unités fonctionnelles :

- 1- traçage des bassins versants à partir du MNT de Rennes Métropole au pas de 2 m avec un calcul des talwegs selon un bassin minimal défini à dire d'experts (un bassin versant de 10 hectares)
- 2 - redécoupage de ces bassins versants en trois parties : bassin versant rive droite, bassin versant rive gauche et bassin amont
- 3 - Croisement des ces bassins versants redécoupés avec les unités cartographiques sols

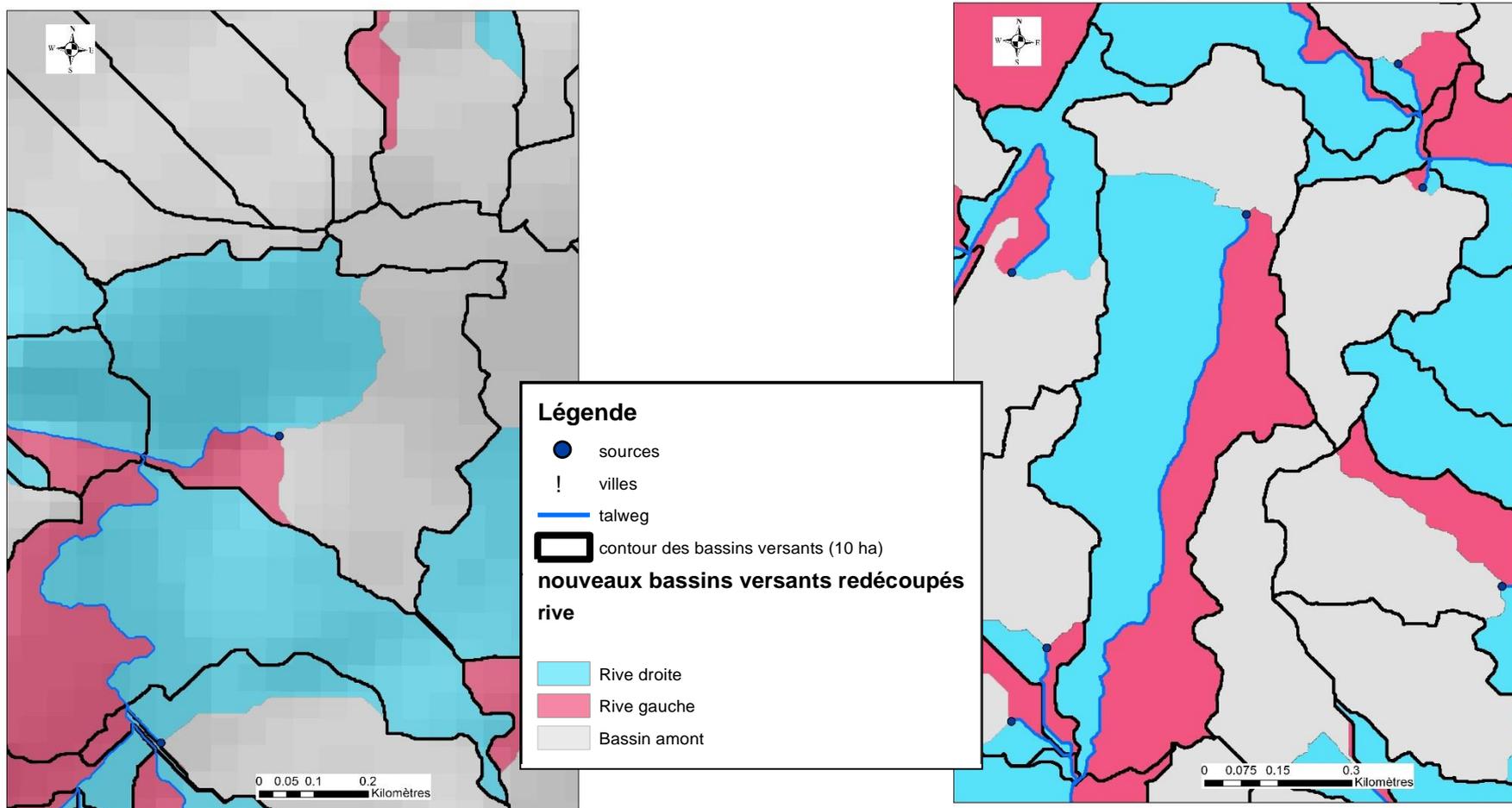


13199 polygones

3) Analyses Multicritères

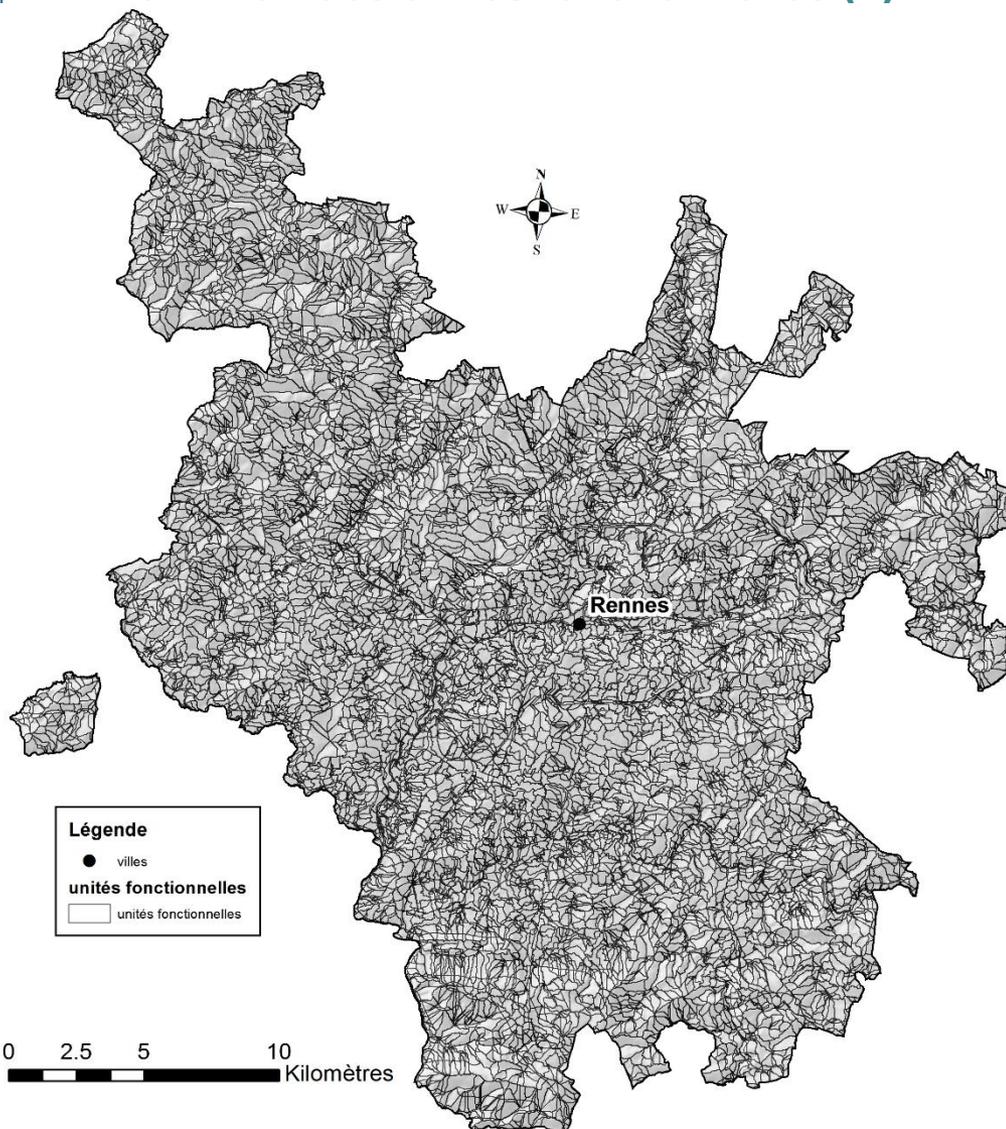
> Définition des unités fonctionnelles (3)

Proposition d'un nouveau découpage des bassins versants pour affiner l'approche méthodologique. Ce découpage permet de définir une rive droite, une rive gauche et un bassin versant amont.



3) Analyses Multicritères

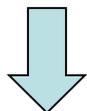
> Définition des unités fonctionnelles (4)



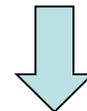
3) Analyses Multicritères

> Le choix des critères - méthode

CRITERES NATURELS		CRITERES LIES AUX CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	
NOM	Type de données	NOM	Type de données
Epaisseur de la zone non saturée	Grille au pas de 25 m	Périmètre de protection	polygone
Perméabilité des sols	polygone	Secteurs à urbaniser	polygone
IDPR	Grille au pas de 25 m	Présence de cimetières	point
Hydromorphie des sols (INRA)	Grille au pas de 50 m	Présence de sites pollués (Rennes/ BASIAS/BASOL)	point
Pentes	Grille au pas de 2 m	Présence de cavités et mouvements de terrain	point
Zones endoréiques	polygone	Argiles-Aléa retrait gonflement	polygone
Contour des zones humides	polygone	Aléa zones inondables	polygone
Milieux potentiellement humides	Grille		



**Indicateur de capacité
d'infiltration
basé sur des critères
naturels**



**Indicateur de
contraintes
(réglementaires)**



**Carte du potentiel
d'infiltration**

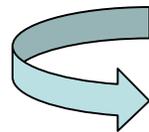


3) Analyses Multicritères

> Le choix des critères - méthode

Critères retenus pour déterminer l'indicateur de capacité d'infiltration basé sur des critères naturels :

CRITERES NATURELS		
NOM	Type de données	Variabilité des notes
Epaisseur de la zone non saturée	Grille au pas de 25 m	0 / 5 / 10
Perméabilité des sols	polygone	0 / 2 / 5 / 10
Indice de susceptibilité de présence d'argiles	polygone	0 / 2 / 5 / 10
IDPR	Grille au pas de 25 m	0 / 2 / 5 / 10
Hydromorphie des sols (INRA)	Grille au pas de 50 m	0 / 2 / 5 / 10
Pentes	Grille au pas de 2 m	0 / 2 / 5 / 10
Zones endoréiques	polygone	0 / 2 / 5 / 10



Les notes reflètent la capacité d'infiltration des eaux pluviales:

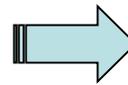
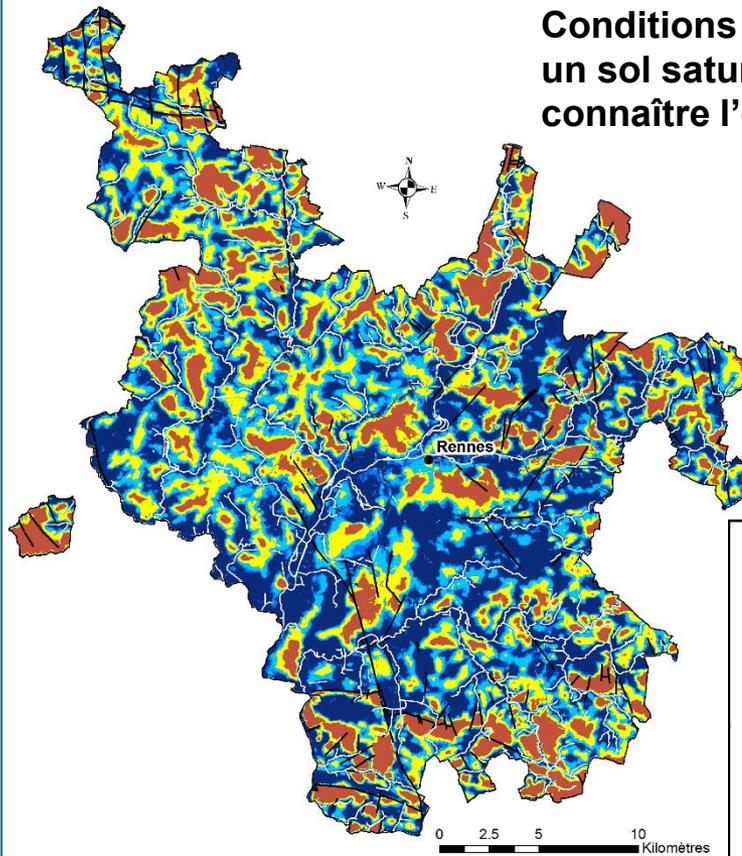
- note = 10 infiltration favorable
- Note = 0 pas d'infiltration

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Epaisseur de la zone non saturée

Conditions défavorables pour infiltrer des eaux pluviales c'est un sol saturé en eau et une nappe haute, d'où l'intérêt de connaître l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)



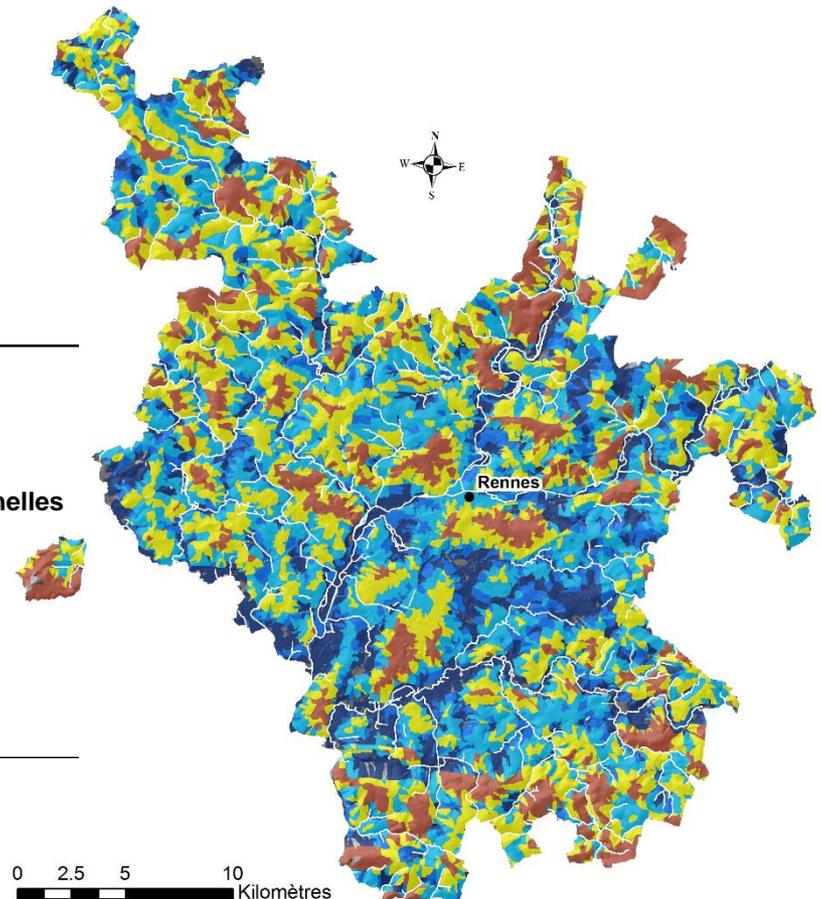
Légende

! villes
BDtopo_RM

unités fonctionnelles

zns moyenne

< 1 m
1 - 2 m
2 - 5 m
5 - 10 m
> 10 m



Agrégation de l'épaisseur de la ZNS aux unités fonctionnelles : ZNS moyenne

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Épaisseur minimale de zone non-saturée	Références
« La distance minimale entre la base du puits et les plus hautes eaux de la nappe doit être d'environ 1 m pour assurer une épuration correcte. »	<i>Techniques alternatives en assainissement pluvial</i> (Azzout et al., 1994).
« [...] plus haut niveau de la nappe à plus de 1,20 m du fond du bassin. »	<i>Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement</i> (Chocat, 1996).
« Pour infiltrer de l'eau, il est donc indispensable d'avoir [...] une épaisseur non-saturée suffisante pour que les phénomènes de filtration et de biodégradation puissent épurer efficacement l'eau avant qu'elle ne rejoigne la nappe. En première approche, une épaisseur de 1 m au-dessus du niveau le plus haut de la nappe paraît un minimum. On évitera systématiquement les zones karstiques et fissurées. »	<i>La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau</i> (Certu, 2003).
« Il est conseillé de conserver une épaisseur de 1 m à 1,50 m de matériaux non saturés au-dessus de la nappe. »	<i>Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement</i> (MISEs de la région des Pays de la Loire, juin 2004).
« Une zone de sol non-saturée de 2 m doit être conservée entre le niveau des plus hautes eaux de la nappe et le fond de l'ouvrage. »	Fiche technique n°05 du Grand Lyon – Bassins de rétention/infiltration.
« Une épaisseur minimale de 2 m est fixée entre le toit de la nappe et la fond de la structure permettant l'infiltration. Cette épaisseur peut être ramenée à 1 m en centre urbain dense pour l'infiltration des eaux de toiture. »	Fiche technique n°00 du Grand Lyon – Méthode pour le dimensionnement des ouvrages de stockage.
« Le niveau des plus hautes eaux de la nappe est un paramètre important pour plusieurs raisons. Une nappe peu profonde peut réduire la profondeur utile de l'ouvrage et corrélativement les volumes de stockage. Elle risque par ailleurs d'être très facilement contaminée par une pollution chronique ou accidentelle avec limitation des mécanismes de rétention capillaire, de filtration et de dégradation dans la zone non saturée du sol rendue peu épaisse. [...] Une nappe est considérée comme peu profonde par rapport à l'ouvrage si le niveau piézométrique des plus hautes eaux est situé à moins de 1 m du fond de la future structure. »	<i>L'infiltration en question – Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain</i> (GRAIE, 2009).

*Les ouvrages d'infiltration
la fonction filtration -recommandations
à l'usage des gestionnaires -
GEOSOL*

Epaisseur de la zone non saturée

Proposition de classification de l'épaisseur minimum de la ZNS pour infiltrer :

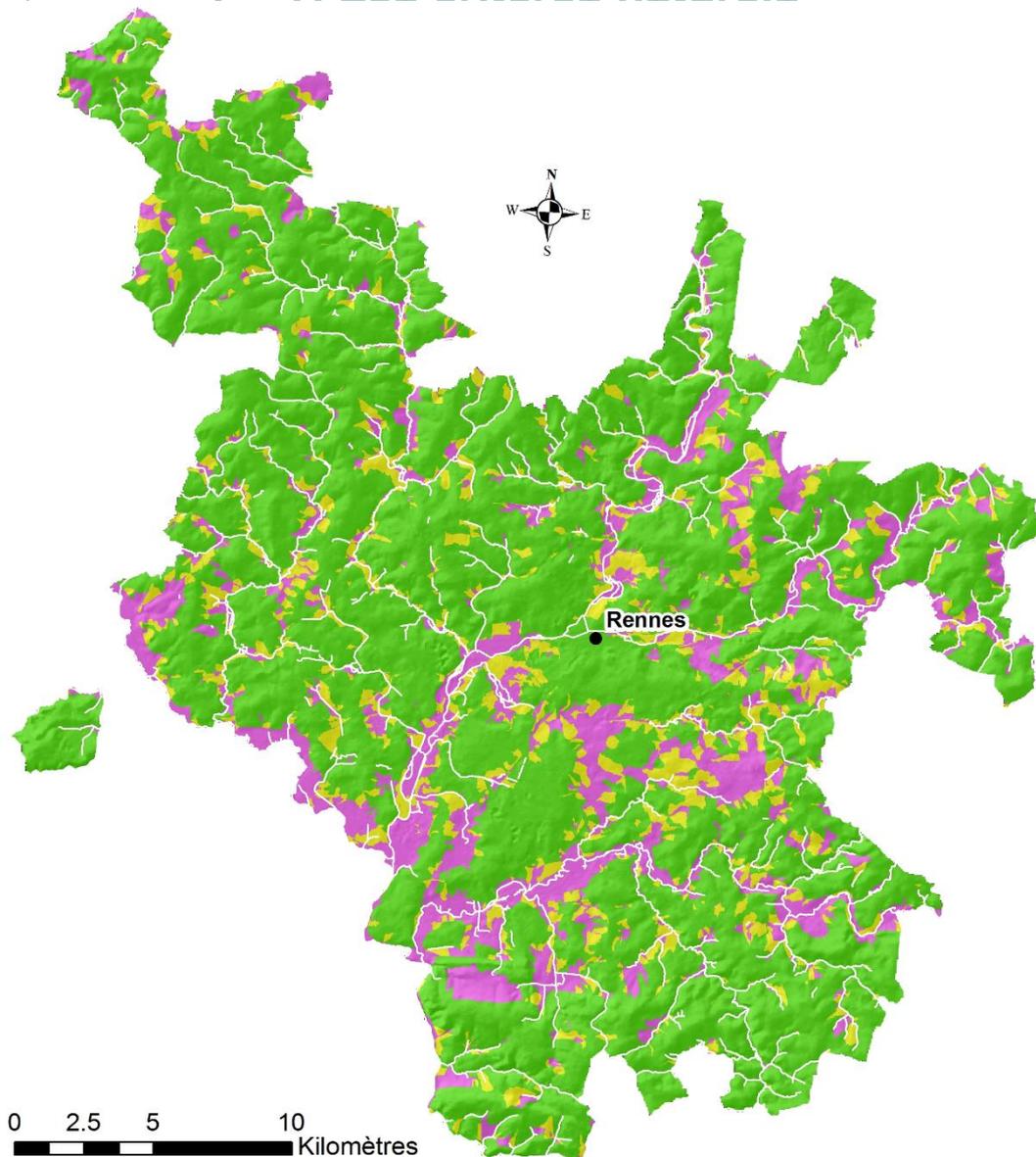
- Entre 0 et 1 m : défavorable (note =0)
- Entre 1 et 2 m : assez favorable (notamment en zone urbaine) (note = 5)
- Supérieur à 2 m : très favorable (note = 10)



**Préconisations pour
épaisseur de ZNS
maximale pour infiltrer ?**

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels



Epaisseur de la zone non saturée

Proposition de classification de l'épaisseur minimum de la ZNS pour infiltrer :

- Entre 0 et 1 m : défavorable (note =0)
- Entre 1 et 2 m : assez favorable (notamment en zone urbaine) (note = 5)
- Supérieure à 2 m : très favorable (note = 10)

Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

note_zns

■ 0 - pas favorable

■ 5 - assez favorable

■ 10- favorable



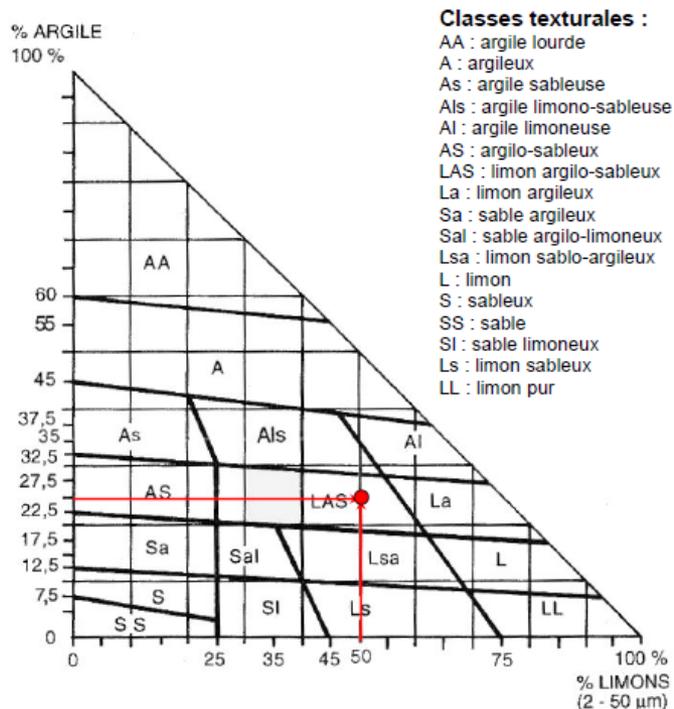
Géosciences pour une Terre durable

brgm

3) Analyses Multicritères

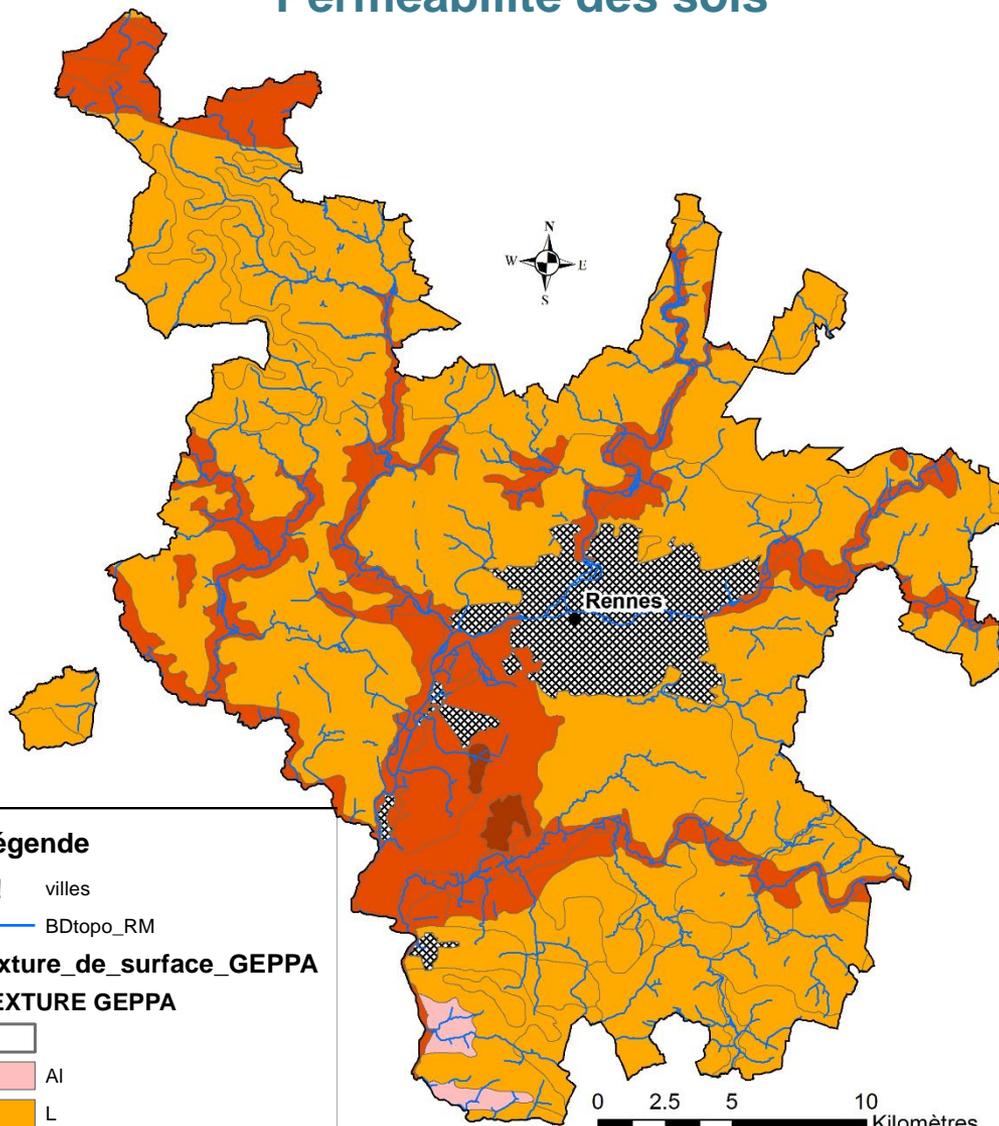
> 1) Les critères naturels

La texture du sol GEPPA
par Unité
Cartographique Sol
(UICS)



Source □ BAIZE D., 1995. Guide pour la description des sols, INRA Editions.

Perméabilité des sols

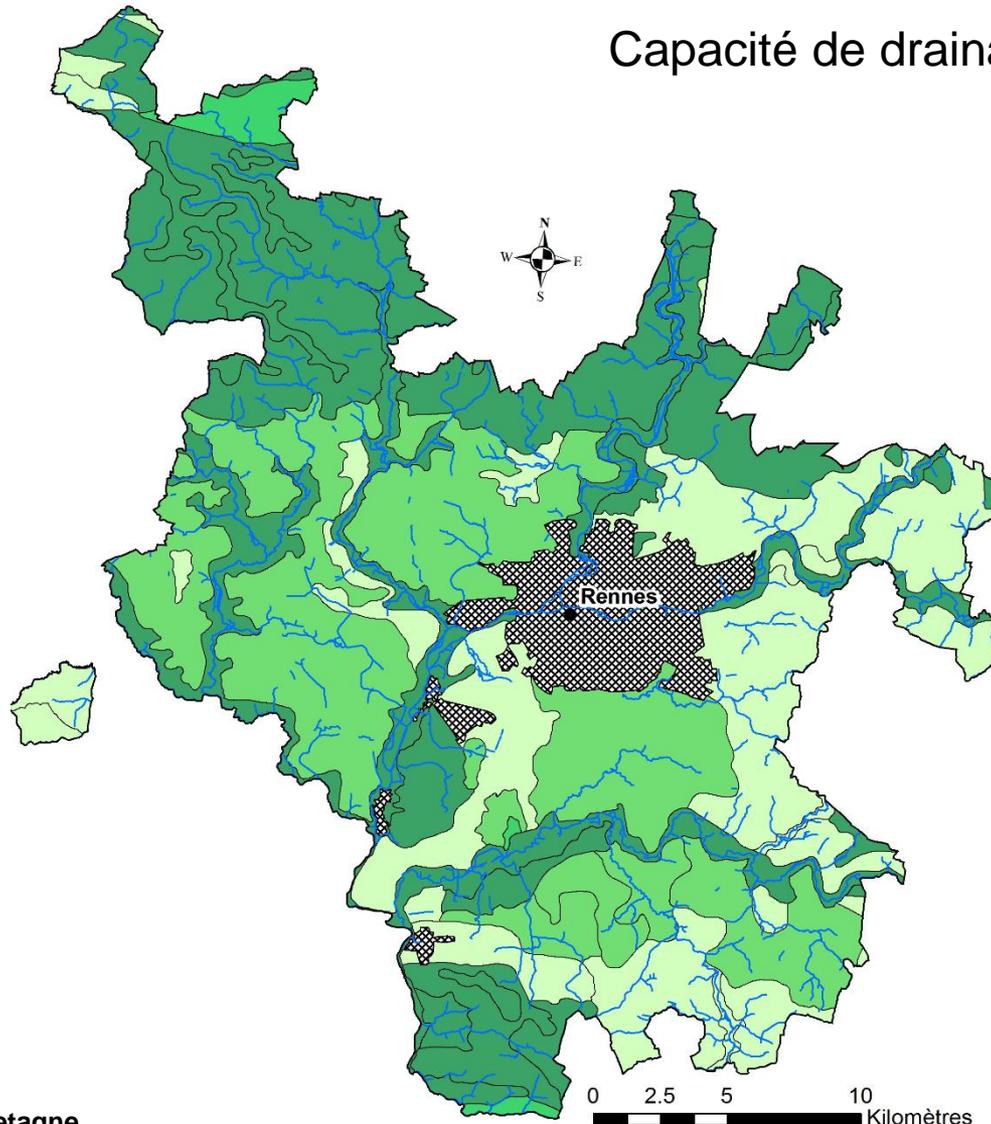


3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Perméabilité des sols

Capacité de drainage des sols par UCS



Légende

! villes

— BDtopo_RM

Classes_de_drainage

CLASSES DE DRAINAGE



2 - Drainage favorable

3 - Drainage modéré

4 - Drainage imparfait

5 - Drainage faible

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Perméabilité des sols

GEOLOGIE	texture	drainage	Perméabilité proposée	Note associée
Alluvions	LSA/La	5 /7	Pas perméable	0
Calcaires	LAS	3	Moyennement perméable	5
Granites ou gneiss	LSA /LAS	2 /4 (colluvions)	Perméable	10
	LSA/L	4/2 (limons éoliens)	Faiblement perméable	2
	LSA/LAS	5/2 (alluvions)	Pas perméable	0
Grès	L/LSA	5/2 (schistes)	Pas perméable	0
		5/4 (alluvions)	Pas perméable	0
Limons éoliens	L/LSA	5 /4 grès et schistes briovériens	Pas perméable	0
		3/5 schistes briovériens	Moyennement perméable	5
Sables rouges	LSA/La	4/5 (alluvions)	Faiblement perméable	2
Schistes briovériens	L/LSA	2/5 (alluvions)	Perméable	10
		3/2 (alluvions)	Moyennement perméable	5
		4/2 (SCHISTE GRESEUX OU CORNEENNE)	Faiblement perméable	2
		5/2 (SCHISTE GRESEUX OU CORNEENNE)	Pas perméable	0
		5/4 (limons éoliens)	Pas perméable	0
Schiste de type ardoisier	Al/LAS	5/2 (alluvions)	Pas perméable	0
SCHISTE GRESEUX OU CORNEENNE	LSA/L	2/7	Perméable	10
Schiste rouge dur	L/LSA	5/2 (alluvions)	Pas perméable	0
	L/LA	2/5 (alluvions)	Perméable	10
Terrasses alluviales anciennes	LSA/L	2/5	Perméable	10
	LSA/LAS	5/3	Pas perméable	0

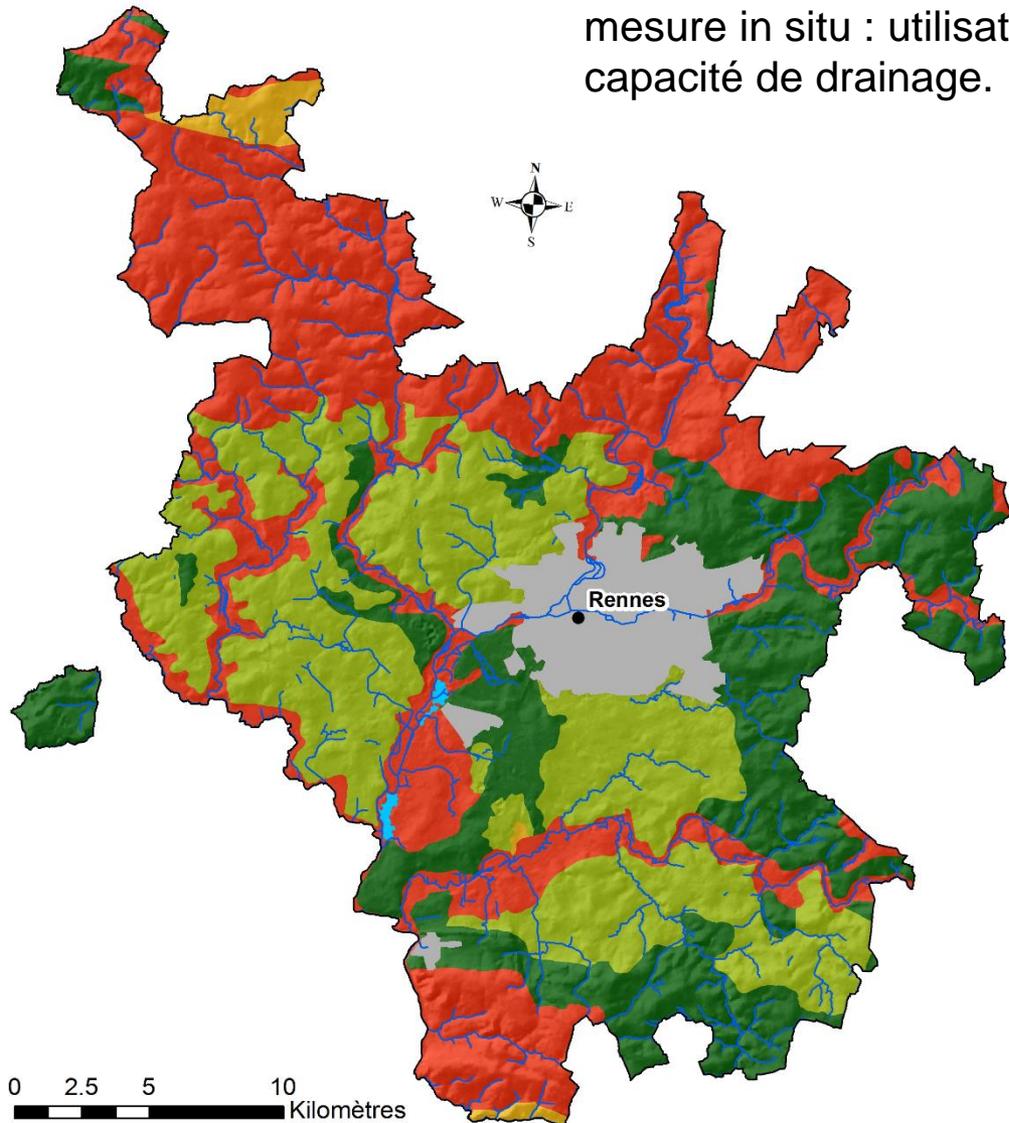
Pour caractériser la perméabilité des sols en absence de mesure in situ : utilisation de la texture du sol et de sa capacité de drainage

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Pour caractériser la perméabilité des sols en absence de mesure in situ : utilisation de la texture du sol et de sa capacité de drainage.

Perméabilité des sols



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

■ Zones urbanisées

■ Lacs

note_perméabilité

■ peu perméable (0)

■ perméabilité faible (2)

■ perméabilité moyenne (5)

■ perméable (10)

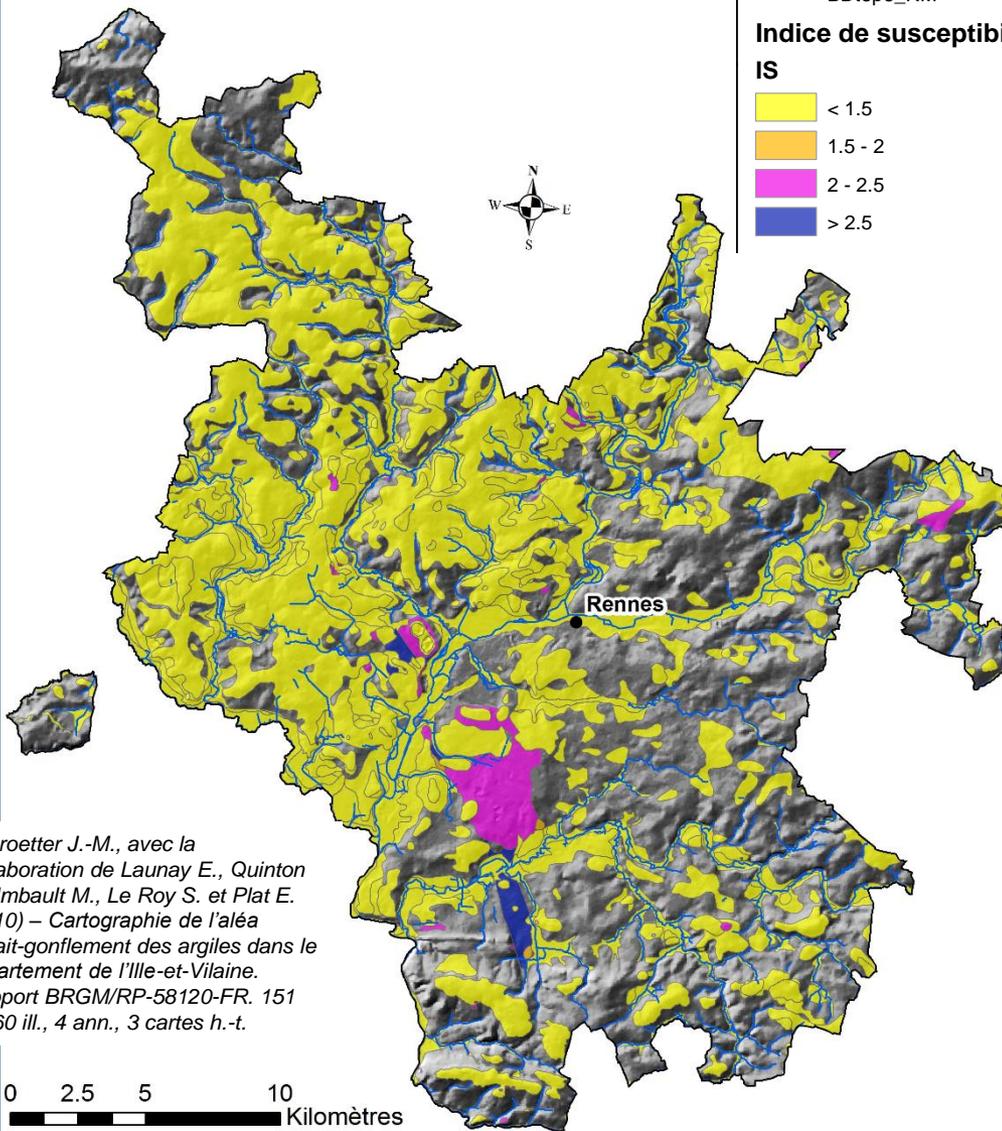


Géosciences pour une Terre durable

brgm

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels



Schroetter J.-M., avec la collaboration de Launay E., Quinton A., Imbault M., Le Roy S. et Plat E. (2010) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Ille-et-Vilaine. Rapport BRGM/RP-58120-FR. 151 p., 60 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

Indice de susceptibilité de présence d'argiles

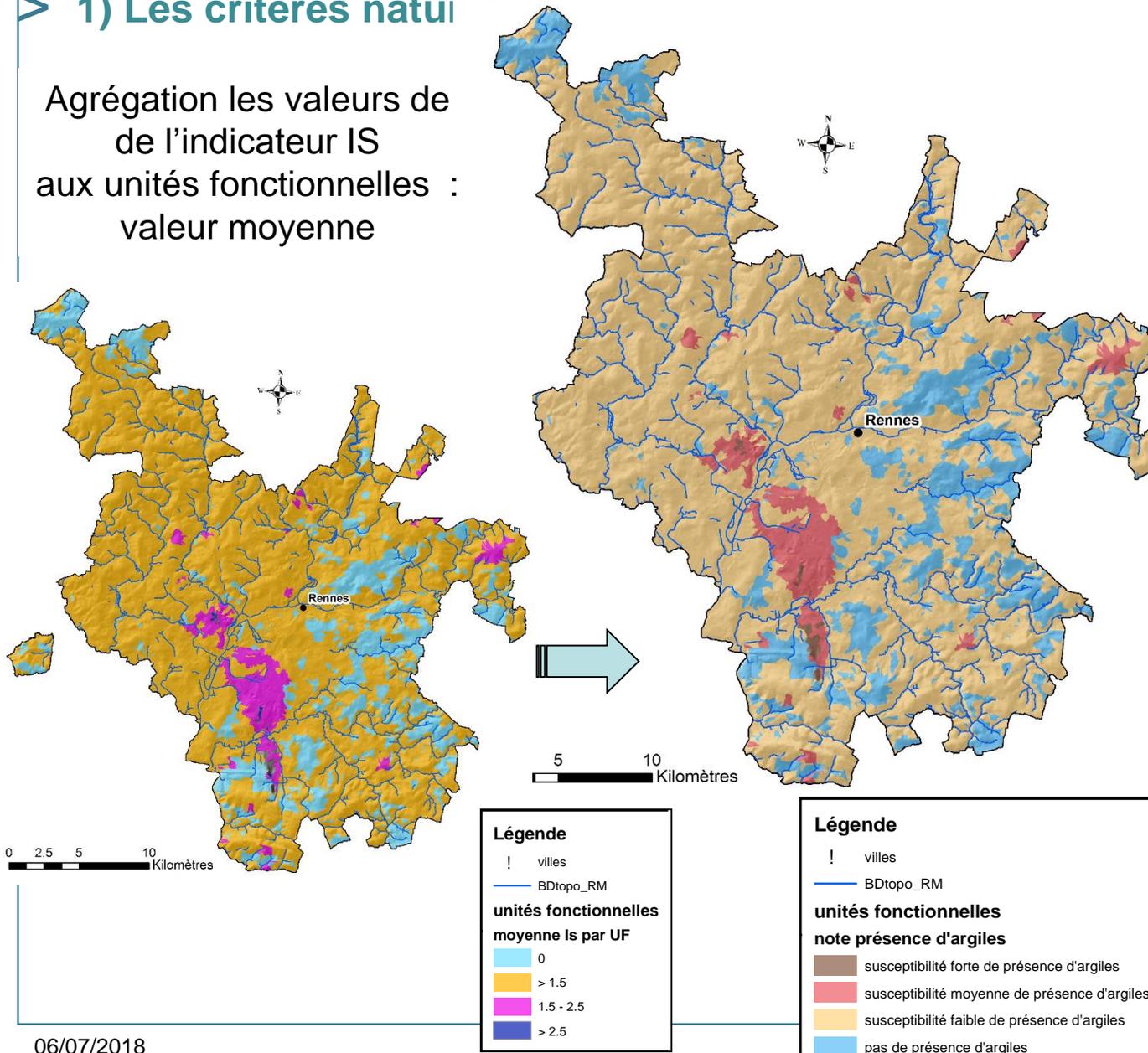
Utilisation des résultats de la cartographie des formations argileuses réalisée dans le cadre des cartes d'aléas Retrait Gonflement.

Le champ « iS » (Indice de Susceptibilité) = moyenne de la note de lithologie (Note_Litho), de la note de minéralisation (NOTE_Min) et de la note géotechnique (NOTE_Geo, quand elle est présente), Is est donc un bon indicateur du taux d'argilosité des formations géologiques et donc du caractère imperméable des sols qui se développent dessus.

3) Analyses Multicritères Indice de susceptibilité de présence d'argiles

➤ 1) Les critères natu

Agrégation les valeurs de
de l'indicateur IS
aux unités fonctionnelles :
valeur moyenne



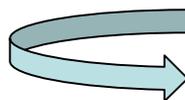
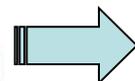
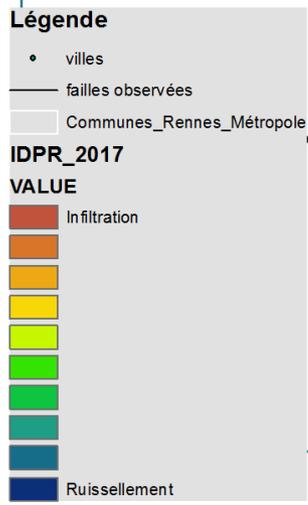
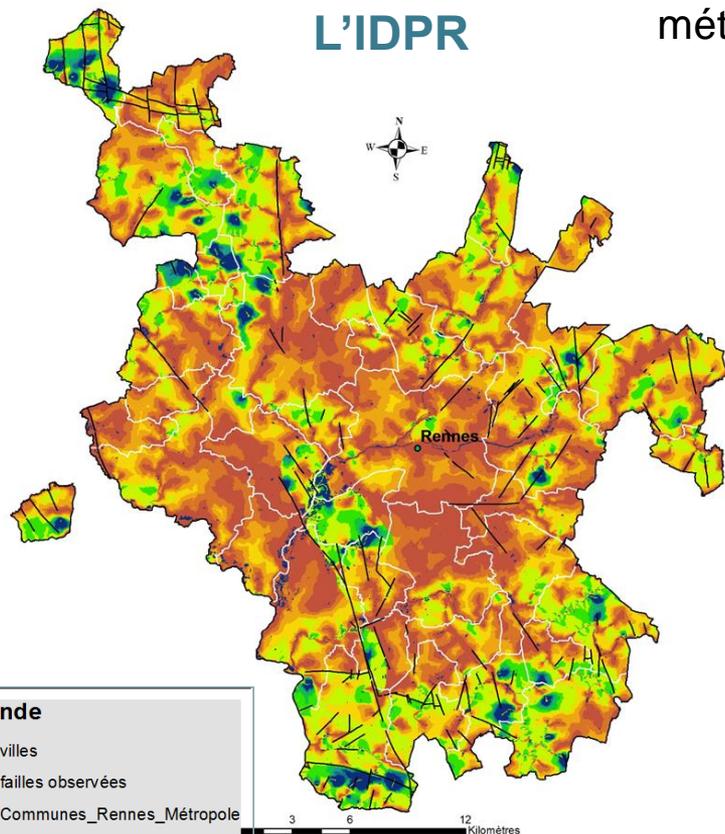
- Proposition de classification de l'indicateur Is moyen pour caractériser la susceptibilité de présence d'argiles**
- IS moyen = 0 : pas d'argiles très favorable pour l'infiltration (note =10)
 - IS moyen > 0 et Is moyen <=1.5: favorable pour l'infiltration (note =5)
 - IS moyen > 1.5 et Is moyen <= 2.5 : peu favorable pour l'infiltration (note =2)
 - IS moyen > 2.5 pas du tout favorable à l'infiltration (notre = 0)

3) Analyses Multicritères

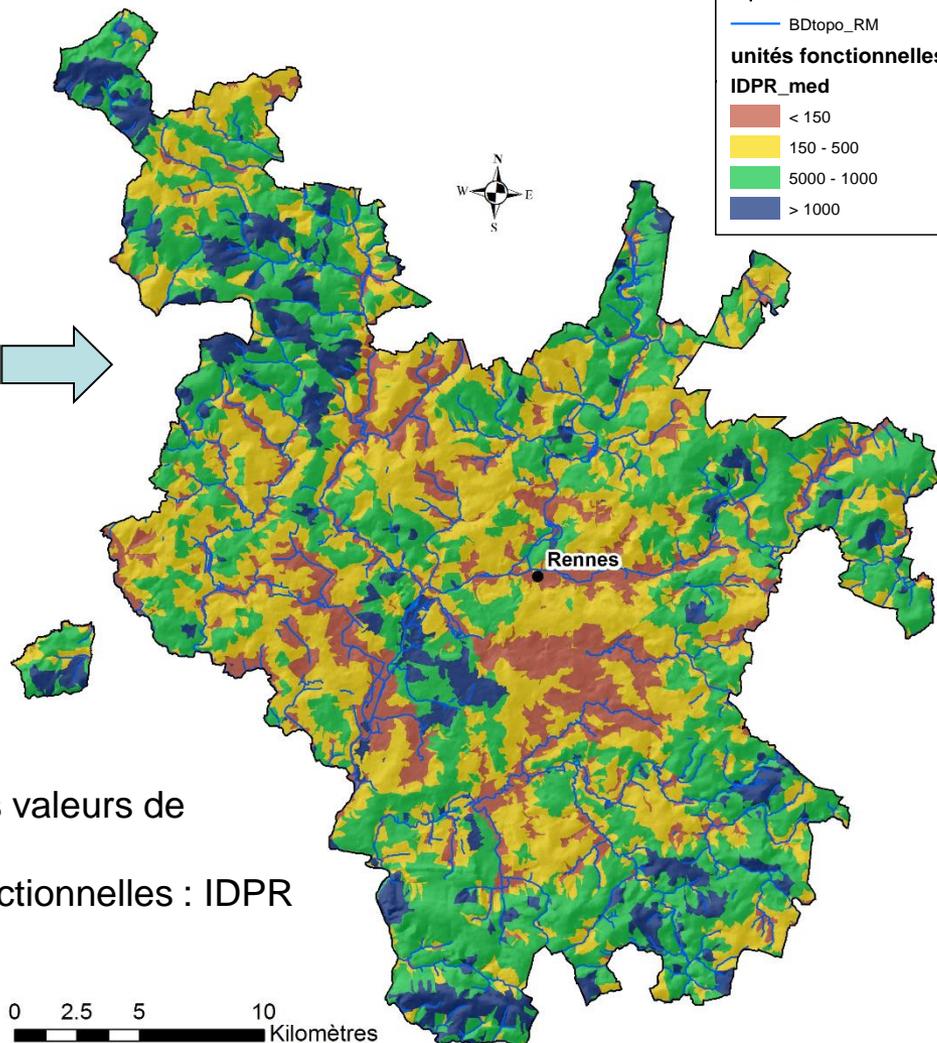
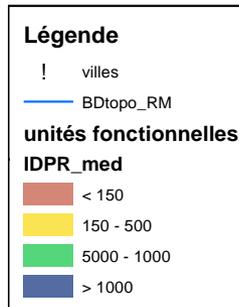
> 1) Les critères naturels

L'indice IDPR, indice de développement et persistance des réseaux, est utilisé pour qualifier l'aptitude du milieu à laisser ruisseler ou s'infiltrer la lame d'eau météoritique.

L'IDPR

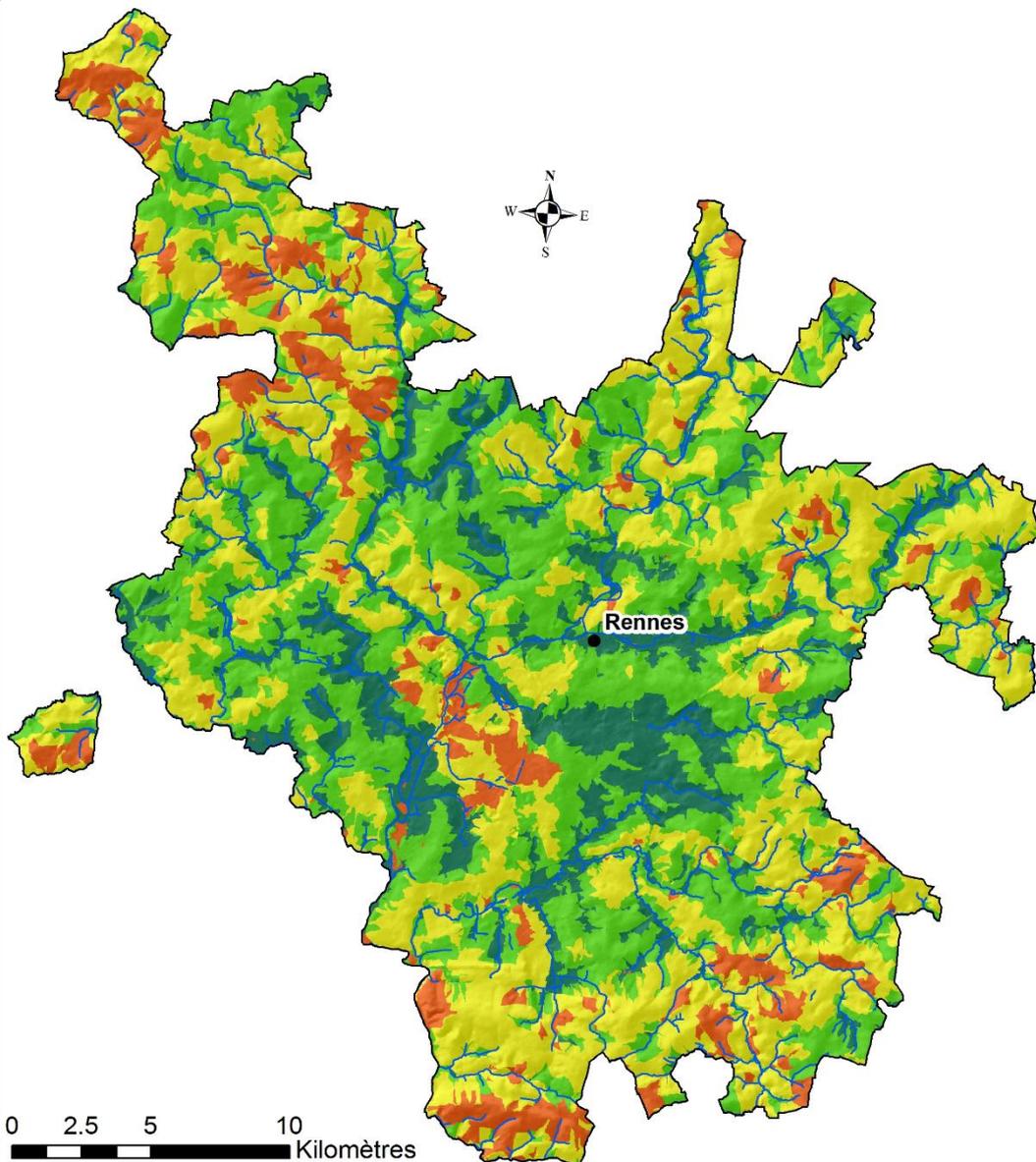


Agrégation les valeurs de l'IDPR aux unités fonctionnelles : IDPR médian



3) Analyses Multicritères L'IDPR

> 1) Les critères naturels



Proposition de classification de IDPR médian pour caractériser la capacité d'infiltration des eaux météoriques :

- IDPR med < 150 : très favorable (note =10)
- 150 < IDPR med < 500 : favorable (note =5)
- 500 < IDPR med < 1000 : moins favorable (note =2)
- IDPR med >1000 : pas favorable (note =0)

Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

note_IDPR

pas favorable (note = 0)

moins favorable (note = 2)

favorable (note = 5)

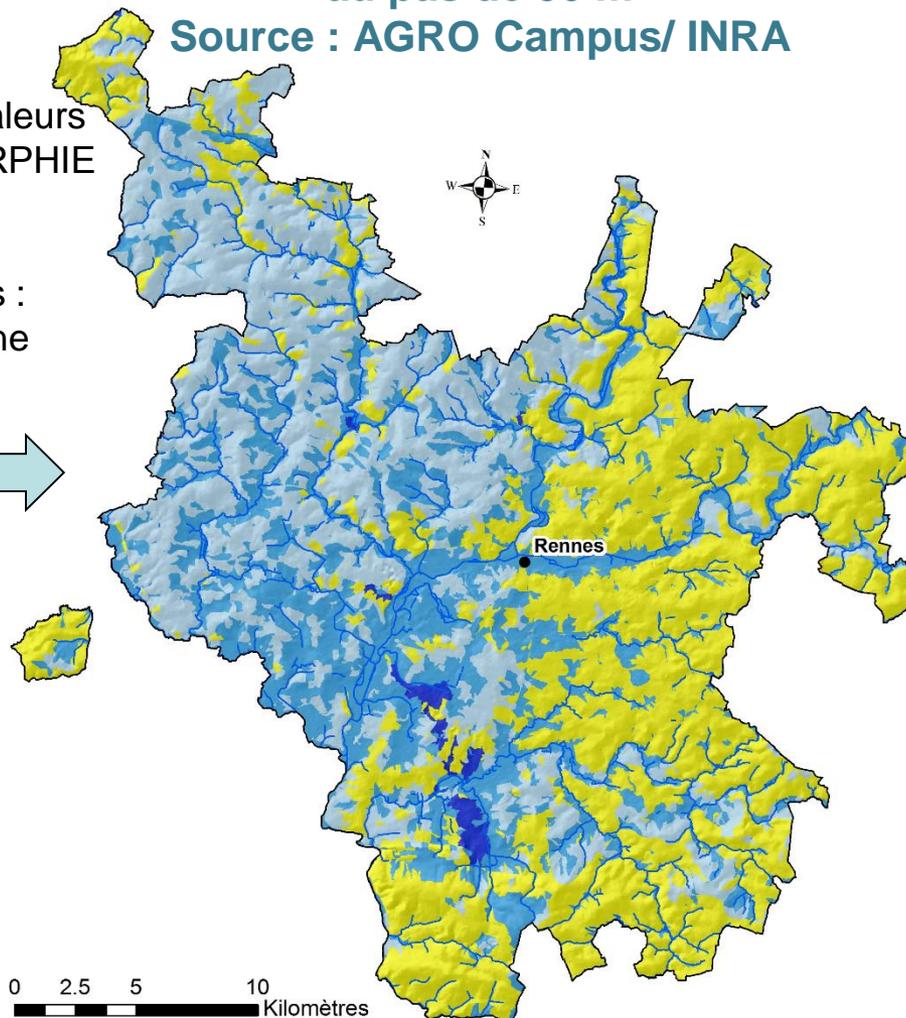
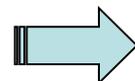
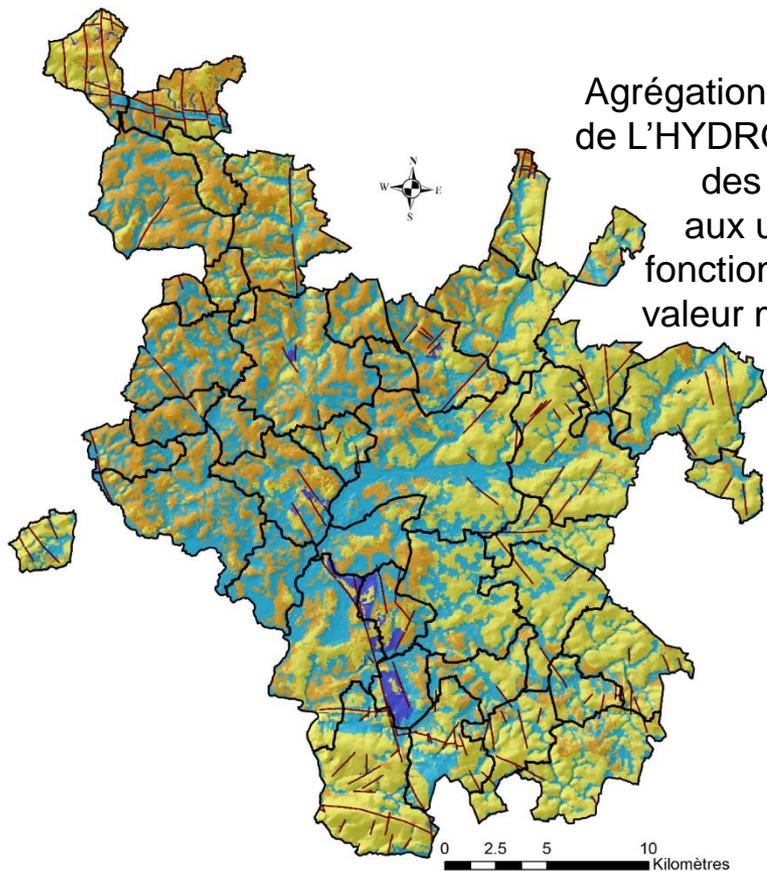
très favorable (note = 10)

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Grille de L'HYDROMORPHIE des sols au pas de 50 m

Source : AGRO Campus/ INRA



Légende

-  Communes_Rennes_Métropole
-  failles observées
-  Sols bien drainés ou hydromorphes à plus de 80 cm de profondeur
-  Sols hydromorphes au-delà de 40 cm
-  Sols hydromorphes dès la surface
-  Sols hydromorphes dès la surface et présentant des caractères réductiques

3) Analyses Multicritères

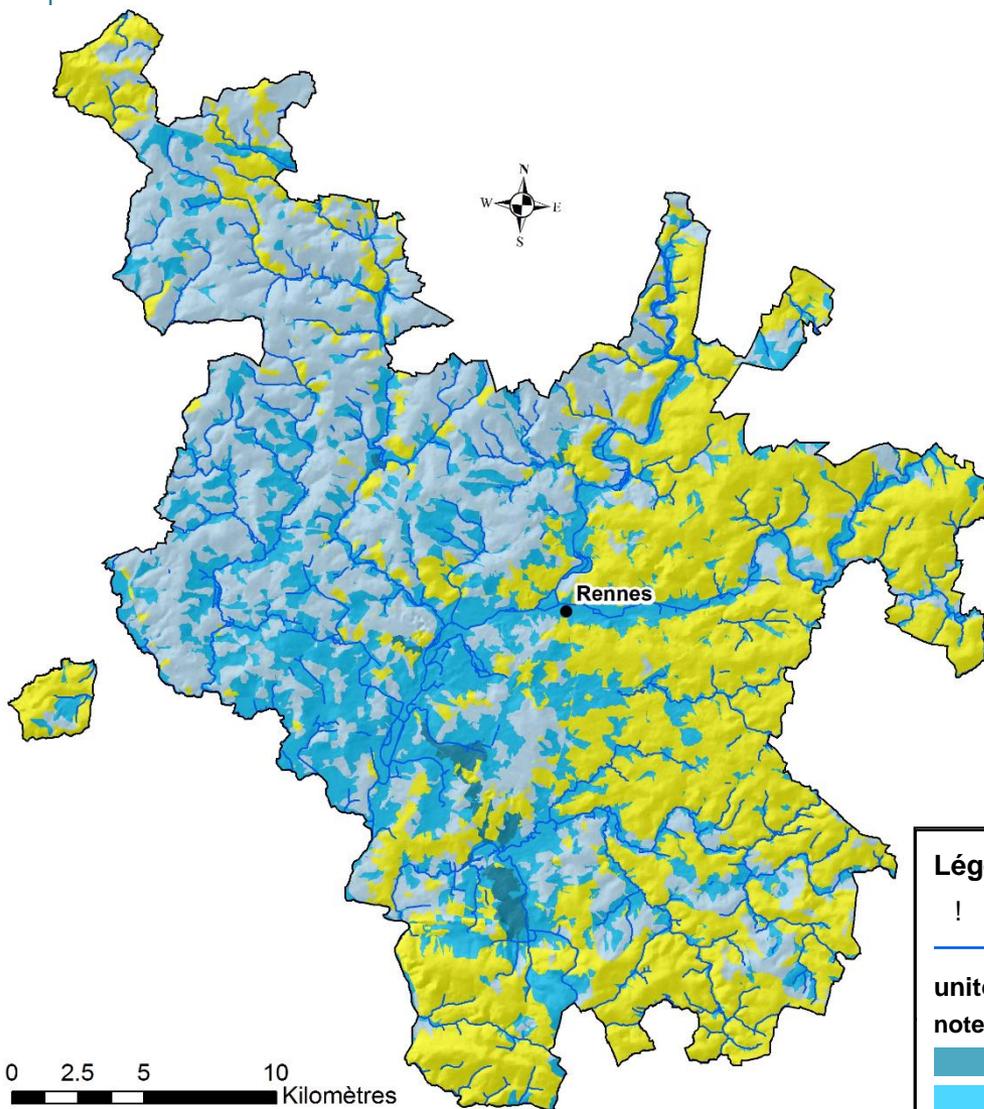
> 1) Les critères naturels

Grille de L'HYDROMORPHIE des sols au pas de 50 m

Source : AGRO Campus/ INRA

Proposition de classification de hydromorphie des sols (médiane) pour caractériser la capacité d'infiltration des eaux dans les sols :

- Médiane_hydro = 1 : très favorable à l'infiltration (note =10)
- Médiane hydro =2 : favorable à l'infiltration (note =5)
- Médiane_hydro = 3 peu favorable à l'infiltration (note =2)
- Médiane_hydro =4: pas favorable à l'infiltration (note =0)



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

note hydromorphie

■ pas favorable à l'infiltration (note = 0)

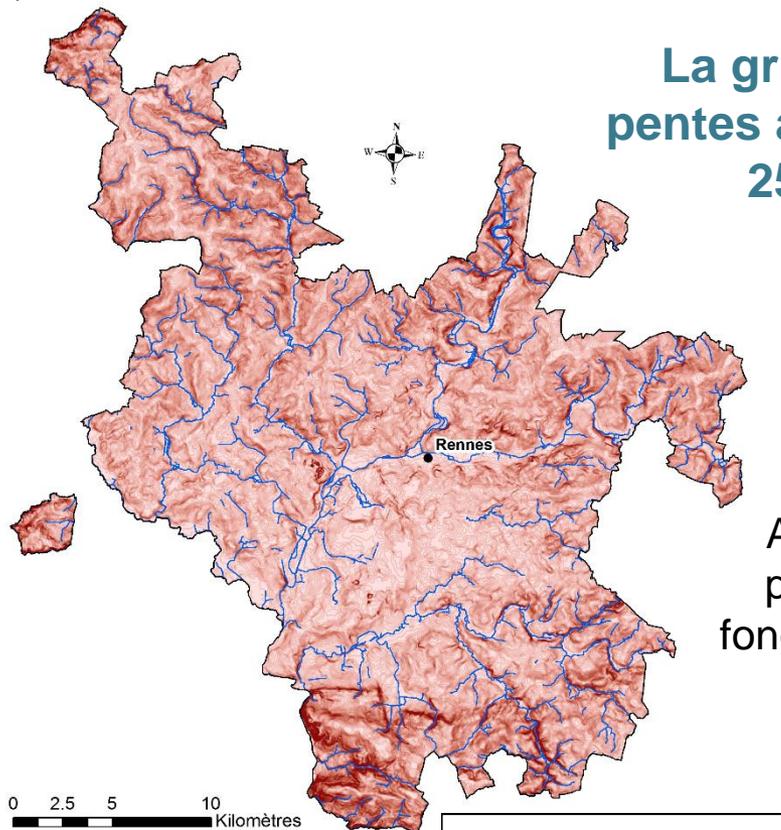
■ peu favorable à l'infiltration (note = 2)

■ favorable à l'infiltration (note = 5)

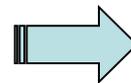
■ très favorable à l'infiltration (note = 10)

3) Analyses Multicritères

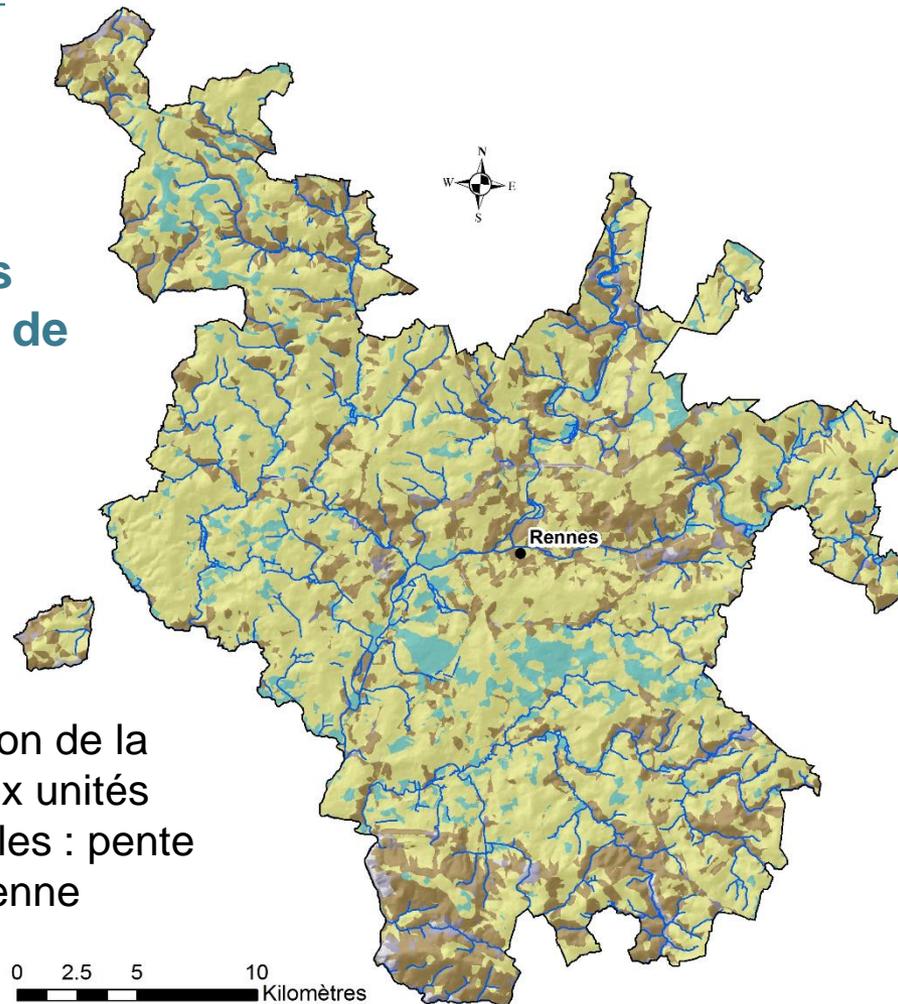
> 1) Les critères naturels



La grille des
pentes au pas de
25 m



Agrégation de la
pente aux unités
fonctionnelles : pente
moyenne



0 2.5 5 10
Kilomètres

0 2.5 5 10
Kilomètres

Légende

- ! villes
- BDtopo_RM
- grille des pentes (pas de 25 m)**
- valeur en %**
- High : 91
- Low : 0

Légende

- ! villes
- BDtopo_RM
- unités fonctionnelles**
- valeur pente moyenne par UF**
- < 2 %
- > 2 et <= 5 %
- > 5 et <= 10 %
- > 10 et <= 15 %
- > 15 %

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

La grille des pentes au pas de 25 m

En combinant différentes sources d'informations :

- études déjà réalisées sur l'infiltration des eaux pluviales (Nantes, Lyon)
- les recommandations géotechniques liées à la mise en place des techniques alternatives pour l'infiltration des eaux pluviales (noues, tranchées,...)



Proposition de classification de la moyenne des pentes par UF :

Pente ≤ 2 % (note =10)

Pente > 2 et ≤ 5 % (note = 5)

Pente > 5 et ≤ 10 % (note =2)

Pente > 10 % (note = 0)

Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

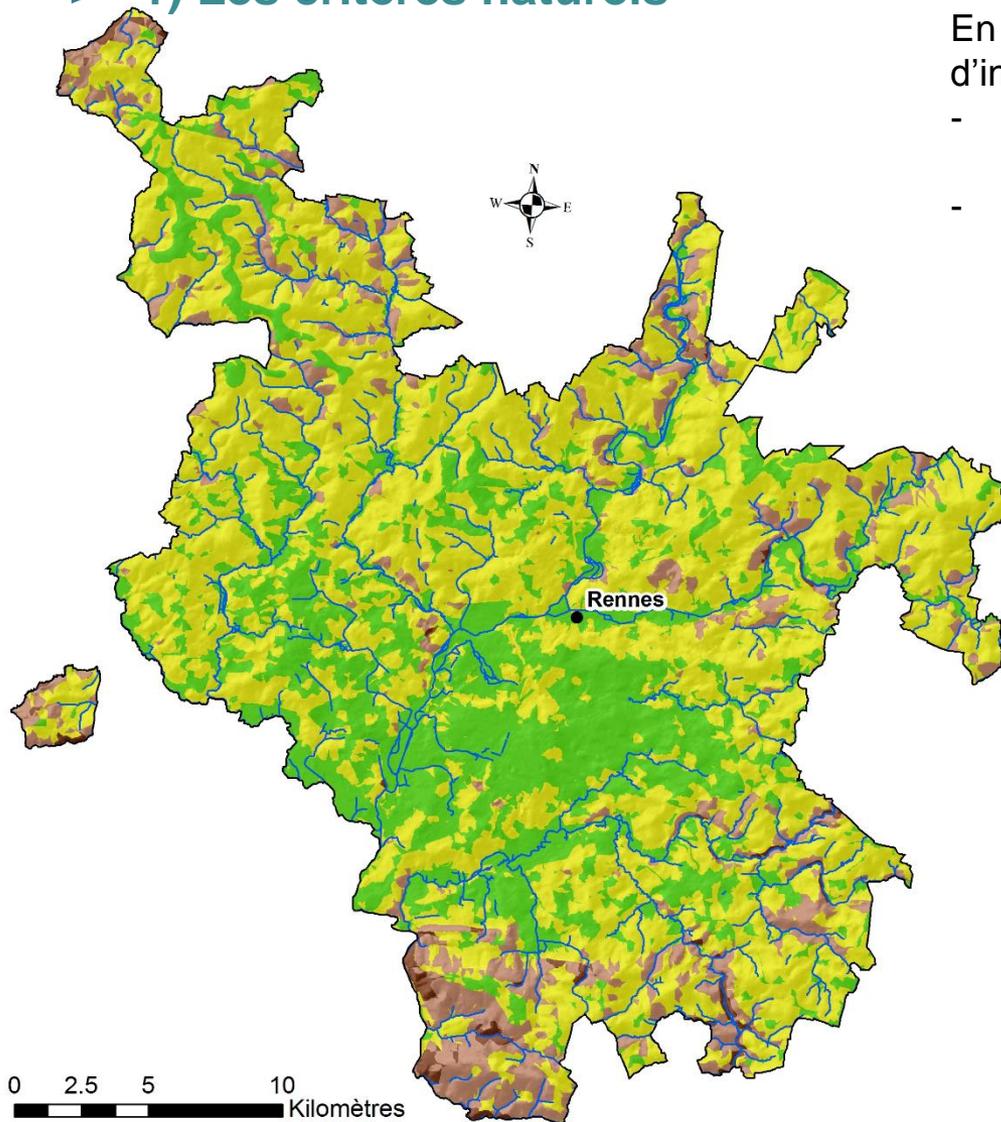
note_pente

 pente > 10 % pas favorable à l'infiltration (note =0)

 pente > 5 et ≤ 10 % peu favorable à l'infiltration (note = 2)

 pente > 2 et pente ≤ 5 % pente assez favorable pour infiltration (note =5)

 pente ≤ 2 % favorable à l'infiltration (note = 10)



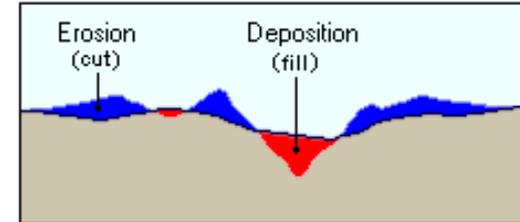
BRGM Bretagne

3) Analyses Multicritères

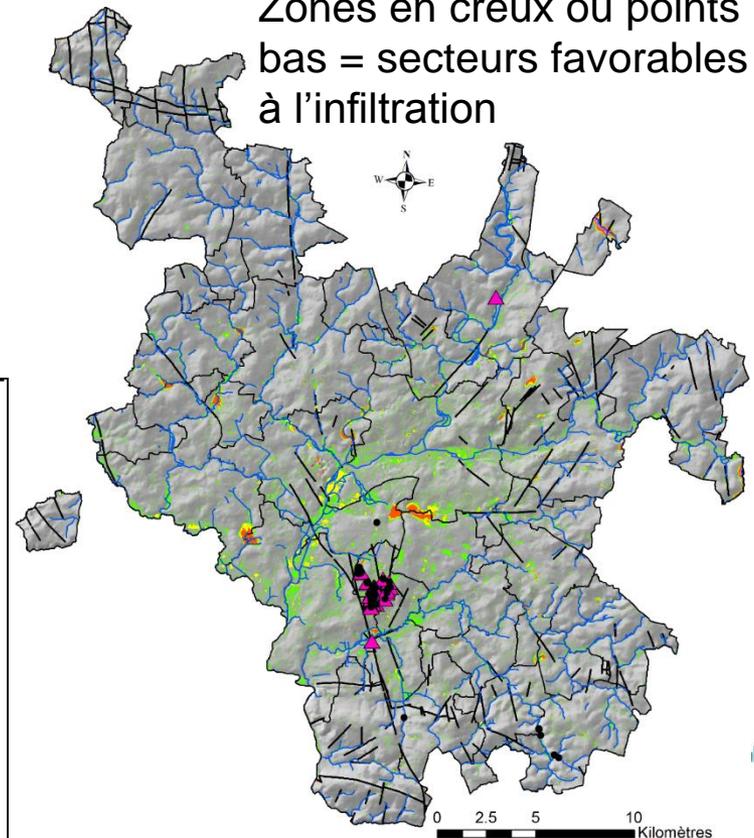
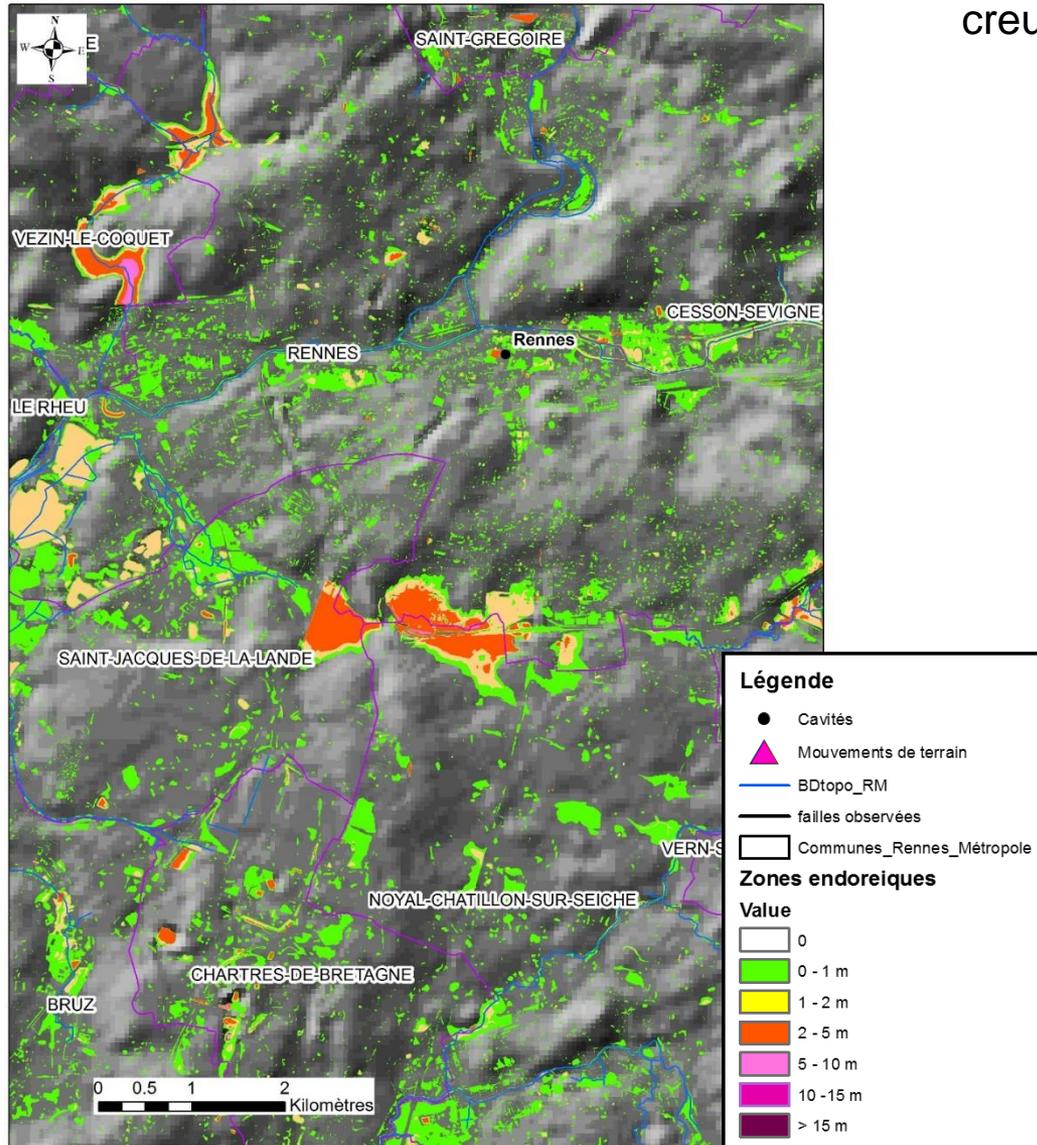
> 1) Les critères naturels

Les zones endoréiques

Les zones endoréiques calculées (zones de creux)



Zones en creux ou points bas = secteurs favorables à l'infiltration



3) Analyses Multicritères

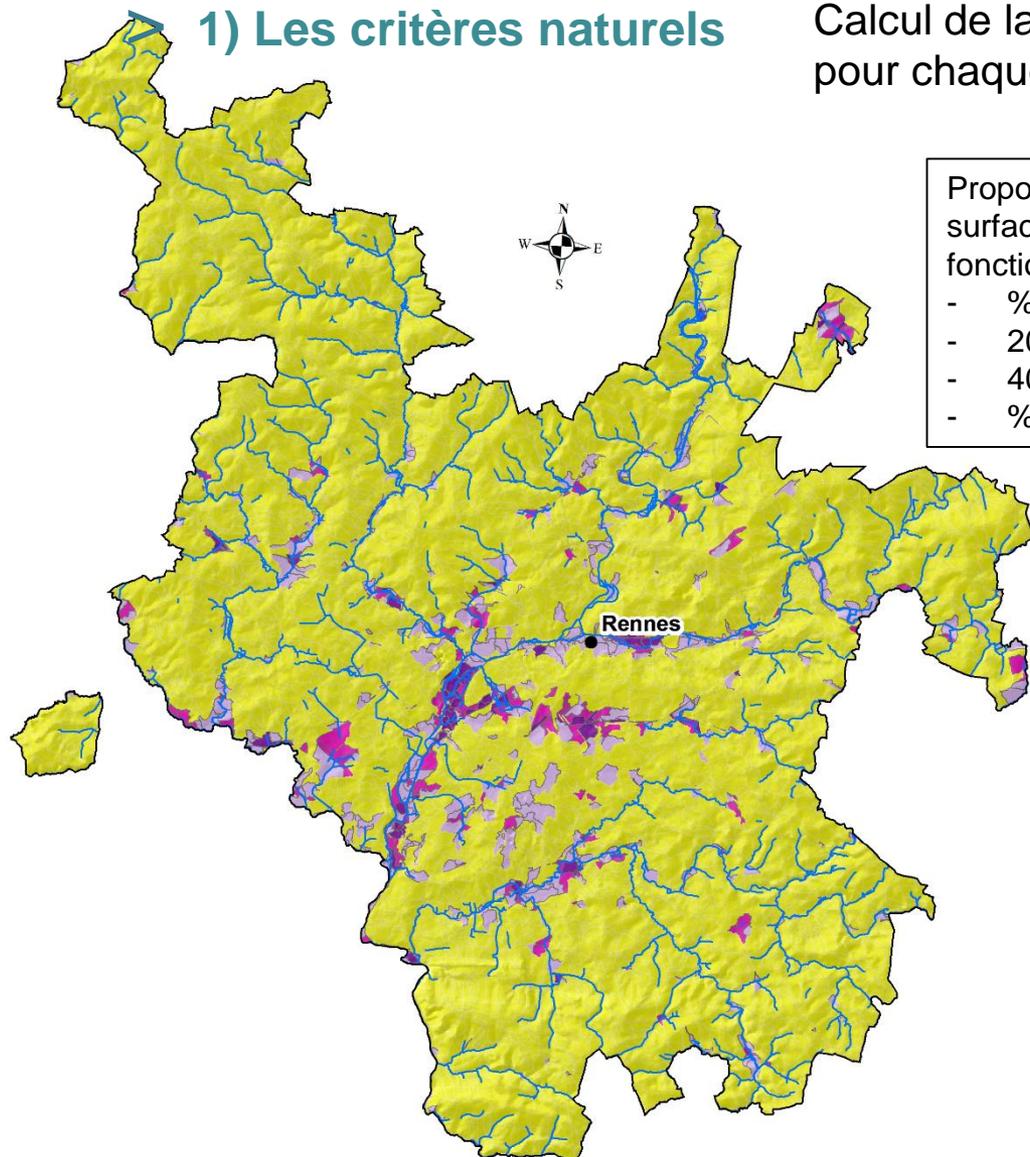
1) Les critères naturels

Les zones endoréiques

Calcul de la surface de zones endoréiques pour chaque unité fonctionnelle

Proposition de classification des pourcentages de surfaces des zones endoréiques par unités fonctionnelles

- % surface < 20 pas favorable (note =0)
- 20 < % surface < 40 moins favorable (note =2)
- 40 < % surface < 60 favorable (note =5)
- % surface > 60 très favorable (note =10)



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

pourcentage de surface de zones endoréiques

■ < 20 % (note = 0)

■ Entre 20 et 40 % (note=2)

■ Entre 40 et 60 % (note= 5)

■ > 60 % (note=10)

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

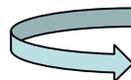
Méthode des poids et des critères

Calcul de l'Indicateur de capacité d'infiltration (ICI) basé sur des critères naturels pour chaque unité fonctionnelle

CRITERES NATURELS			
NOM	Type de données	Variabilité des notes	Pondération
Epaisseur de la zone non saturée	Grille au pas de 25 m	0 / 5 / 10	5
Perméabilité des sols	polygone	0 / 2 / 5 / 10	3
Indice de susceptibilité de présence d'argiles	polygone	0 / 2 / 5 / 10	2
IDPR	Grille au pas de 25 m	0 / 2 / 5 / 10	2
Hydromorphie des sols (INRA)	Grille au pas de 50 m	0 / 2 / 5 / 10	5
Pentes	Grille au pas de 2 m	0 / 2 / 5 / 10	2
Zones endoréiques	polygone	0 / 2 / 5 / 10	1

Total = 20

$$\text{ICI} = 5*[\text{ZNS}] + 3*[\text{perméabilité}] + 2*[\text{Indice_argiles}] + 2*[\text{IDPR}] + 5*[\text{hydromorphie}] + 2*[\text{pentes}] + [\text{zones_endoréiques}]$$



Valeur ICI compris entre 0 et 200

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

$$\text{ICI} = 5 \cdot [\text{ZNS}] + 3 \cdot [\text{perméabilité}] + 2 \cdot [\text{Indice_argiles}] + 2 \cdot [\text{IDPR}] + 5 \cdot [\text{hydromorphie}] + 2 \cdot [\text{pentes}] + [\text{zones_endoréiques}]$$

zones_endoréiques]

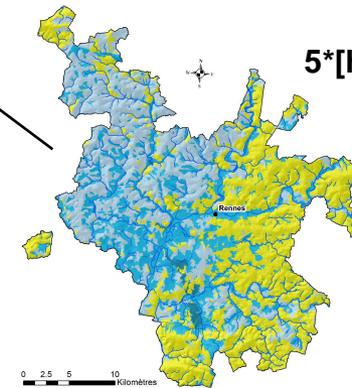
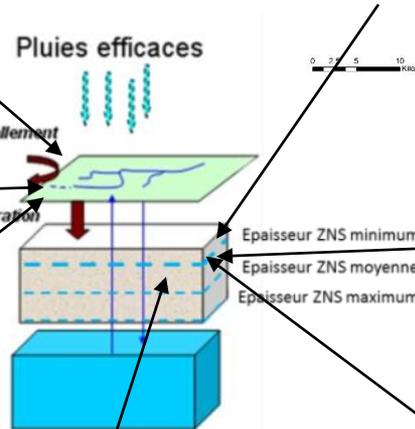
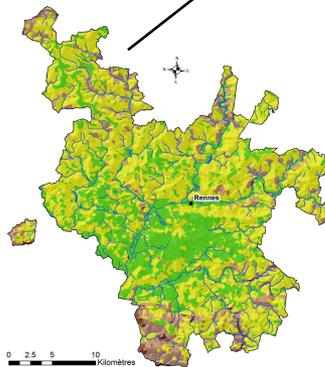
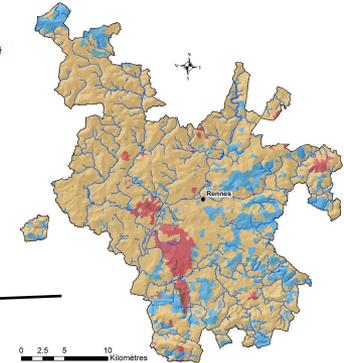
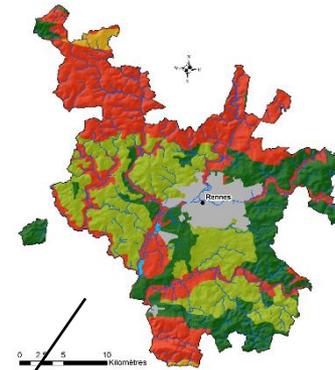
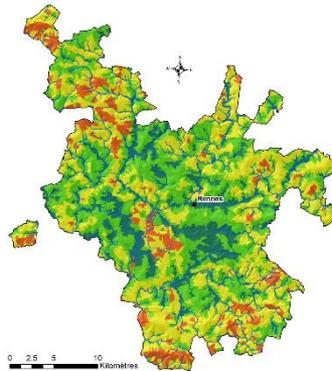
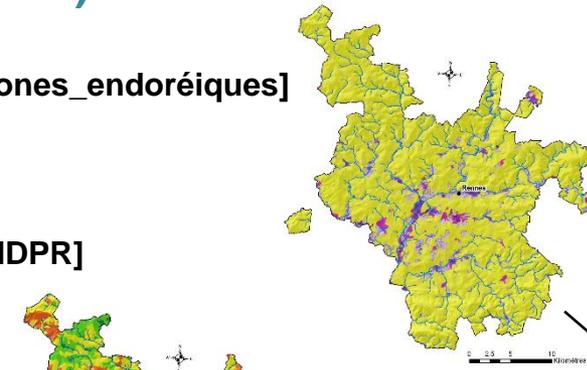
+2[IDPR]

3*[perméabilité]+
2*[Indice_argiles]

5*[hydromorphie]

2*[pentes]

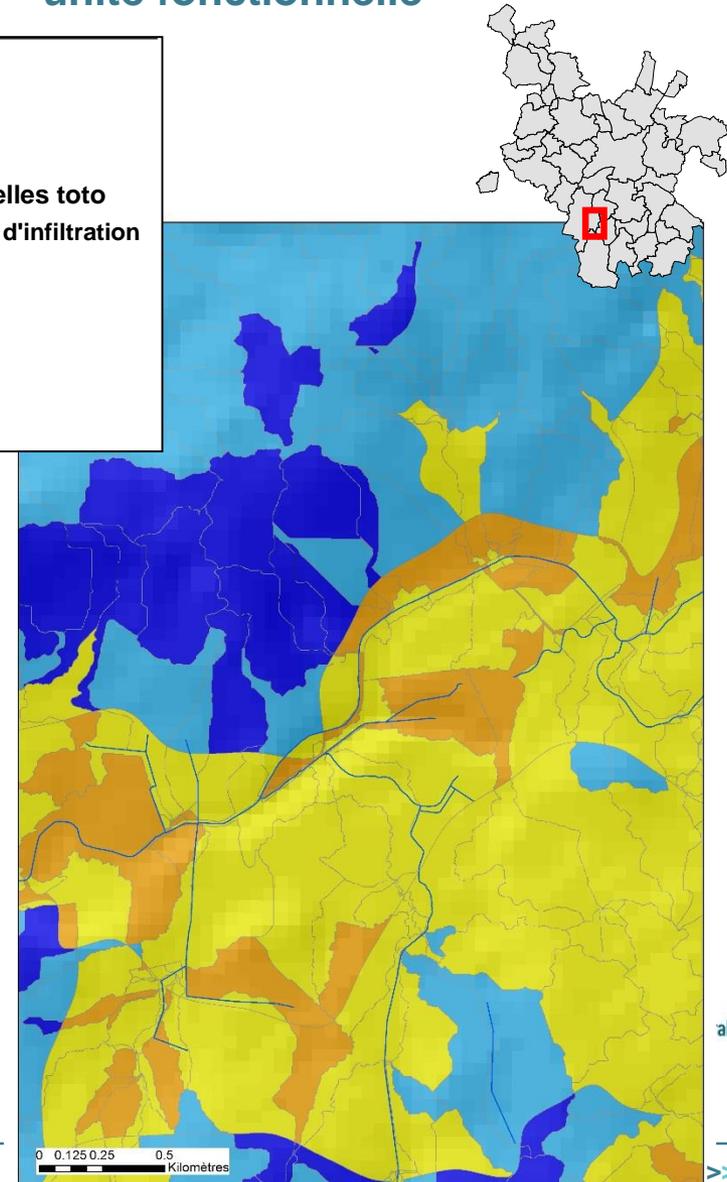
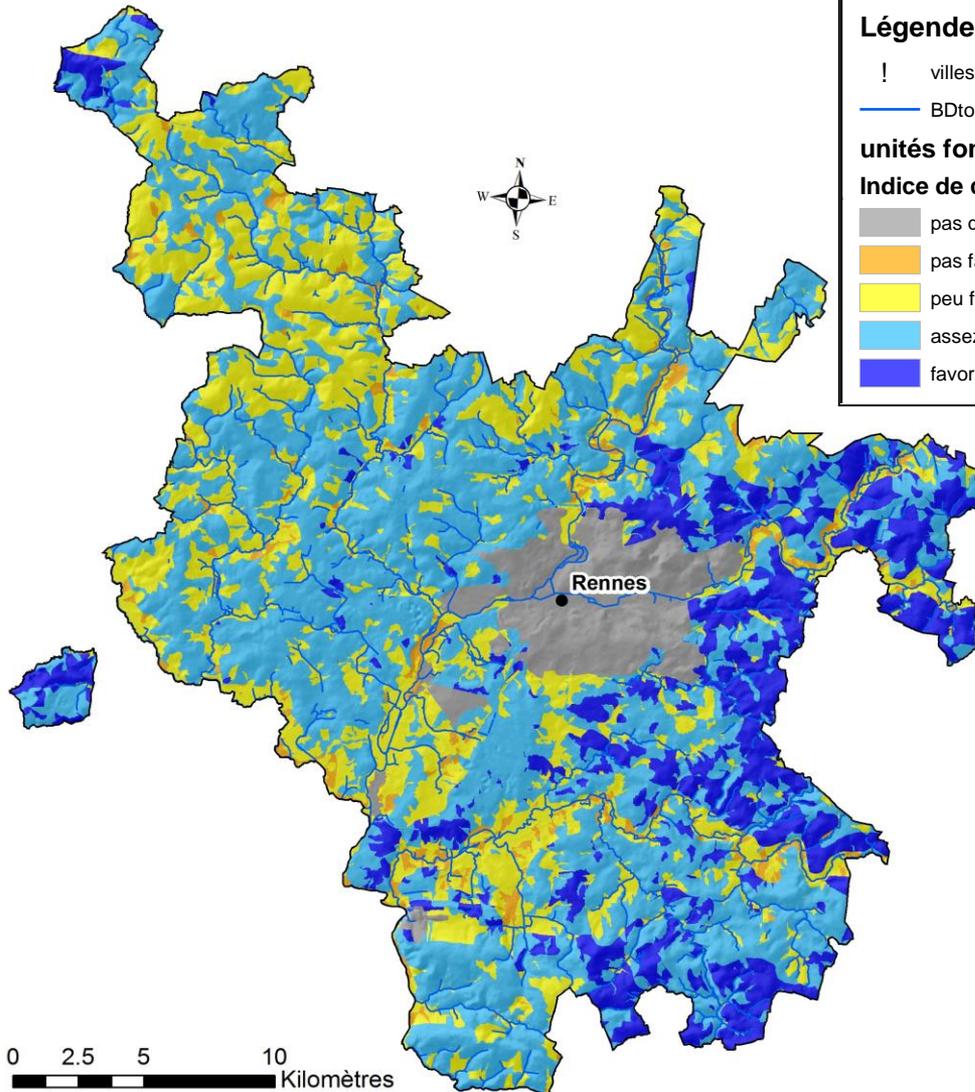
5*[ZNS]



3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Calcul de l'Indicateur de capacité d'infiltration (ICI) basé sur des critères naturels pour chaque unité fonctionnelle

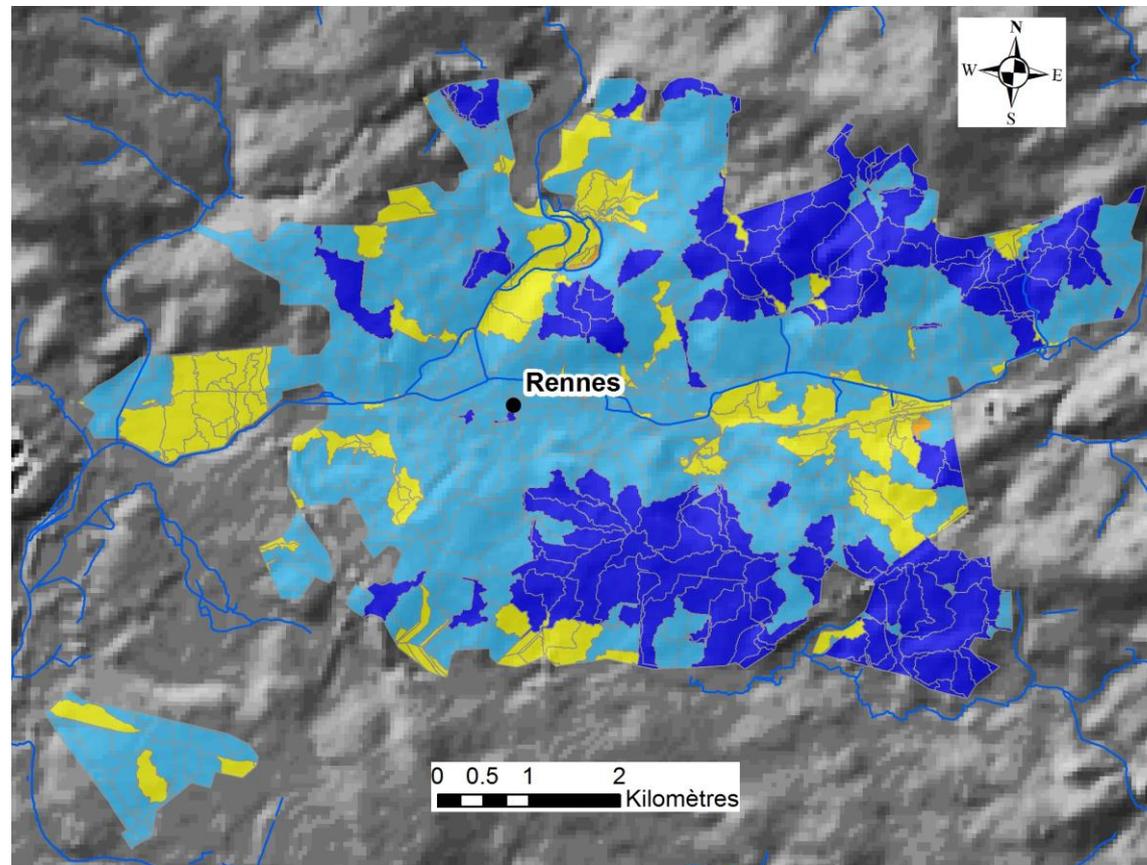


3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Proposition pour les zones urbanisées où la perméabilité des sols n'est pas qualifiée

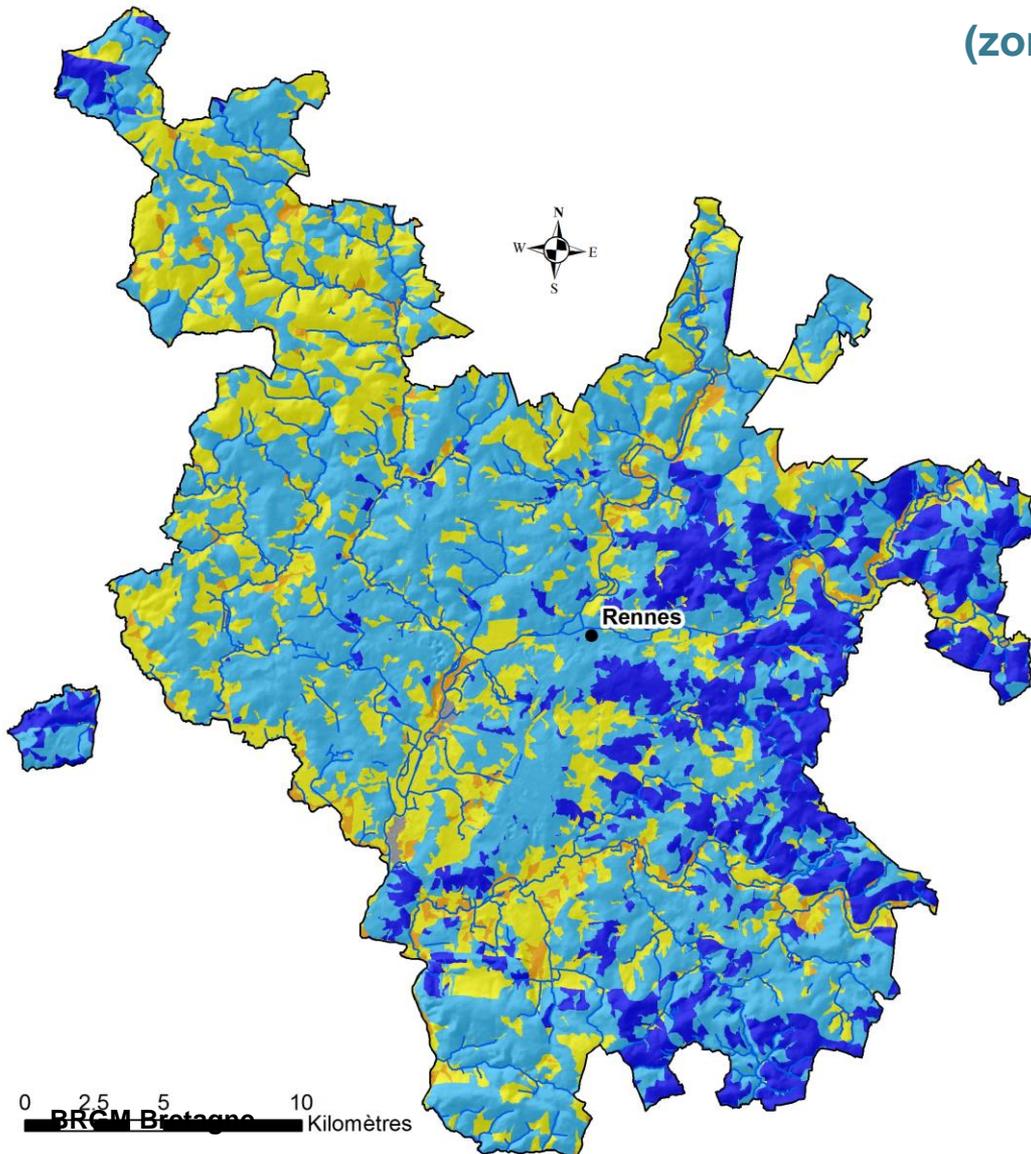
$$\text{ICI} = 5 * [\text{ZNS}] + 5 * [\text{Indice_argiles}] + 2 * [\text{IDPR}] + 5 * [\text{hydromorphie}] + 2 * [\text{pentes}] + [\text{zones_endoréiques}]$$



3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Calcul de l'Indicateur de capacité d'infiltration (ICI) basé sur des critères naturels pour chaque unité fonctionnelle (zones urbanisées comprises)



Légende

! villes

— BDtopo_RM

Indice de capacité d'infiltration

■ Lacs

■ pas favorable

■ peu favorable

■ assez favorable

■ favorable

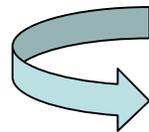
0 2.5 5 10
BRGM Bretagne Kilomètres

3) Analyses Multicritères

> 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

Critères retenus pour déterminer l'indicateur des contraintes réglementaires :

CRITERES LIES AUX CONTRAINTES REGLEMENTAIRES		
NOM	Type de données	Variabilité des notes
Présence de captages (code de la santé publique)	point	0 /10
Périmètre de protection	polygone	0 /2 / 5 / 10
Présence de cimetières	polygone	0 /2 / 5 / 10
Présence de sites pollués (Rennes/BASIAS/BASOL)	point	0 /10
Présence de cavités et mouvements de terrain	point	0 /10
Argiles-Aléa retrait gonflement	polygone	0 /2 / 5 / 10
Aléa zones inondables	polygone	0 /2 / 5 / 10



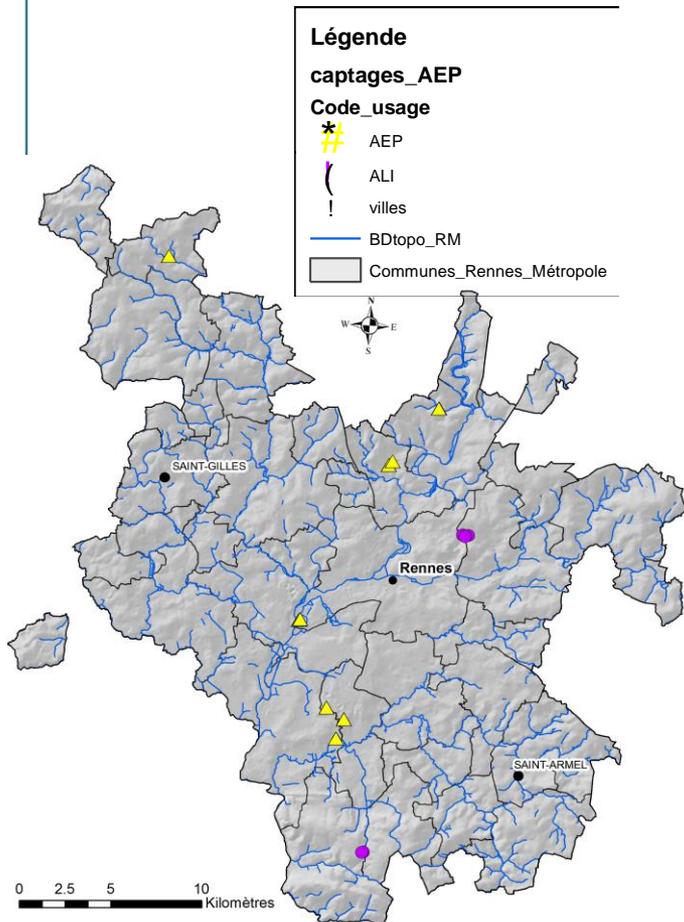
Les notes reflètent le degré de contraintes :

- note = 10 contrainte maximale
- Note = 0 contrainte nulle

3) Analyses Multicritères

> 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

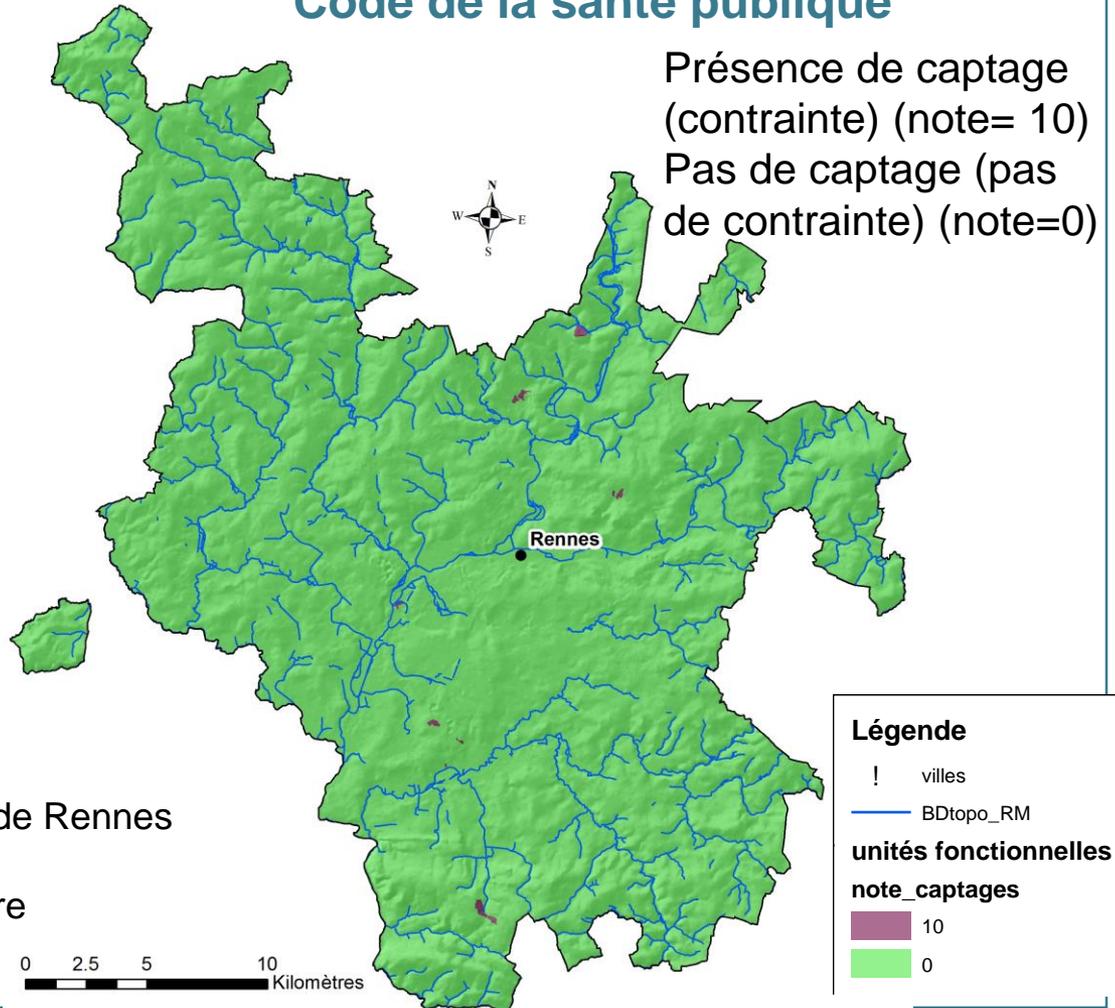
La présence de forages destinés à un usage alimentaire (AEP et agro-alimentaire) Code de la santé publique



17 captages répartis sur le territoire de Rennes
Métropole :
11 AEP et 6 Agro-Alimentaire

BRGM Bretagne

06/07/2018



Présence de captage
(contrainte) (note= 10)
Pas de captage (pas
de contrainte) (note=0)

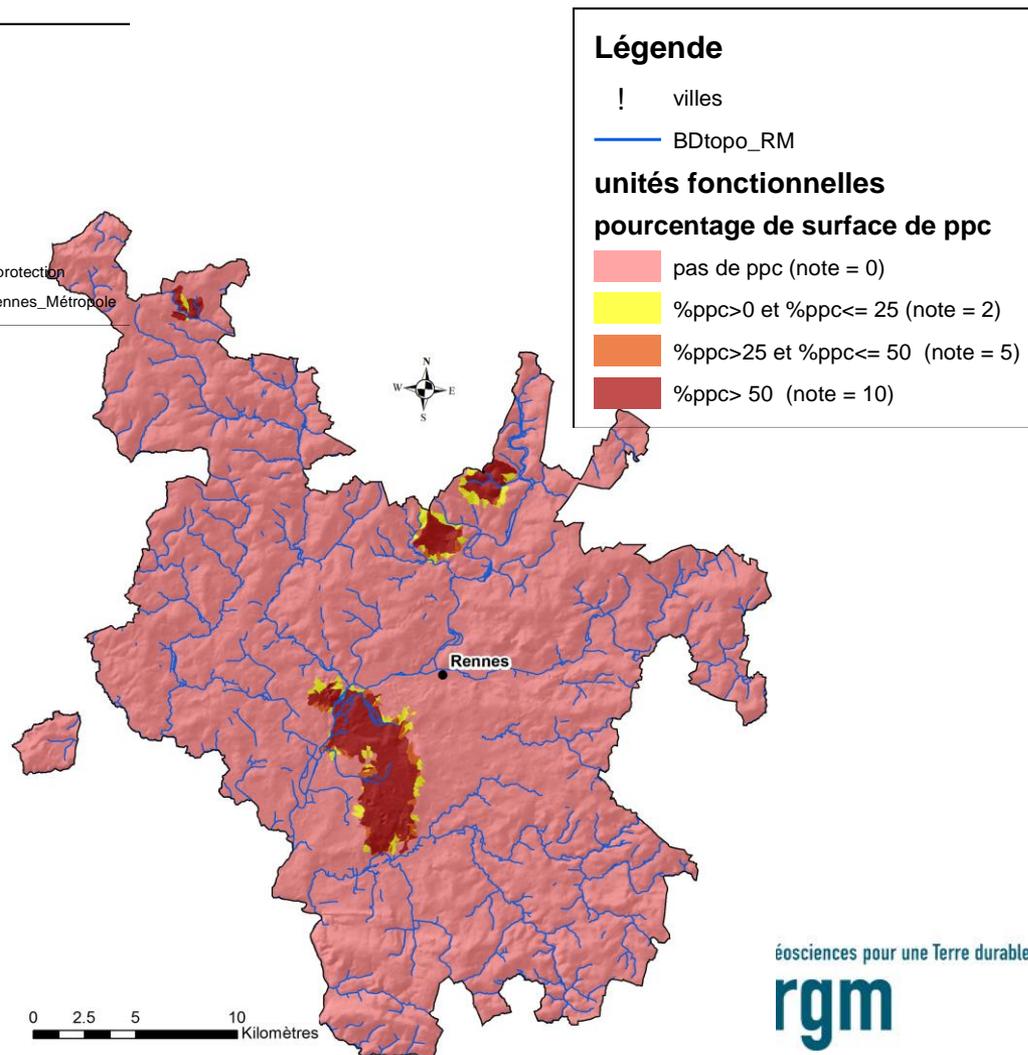
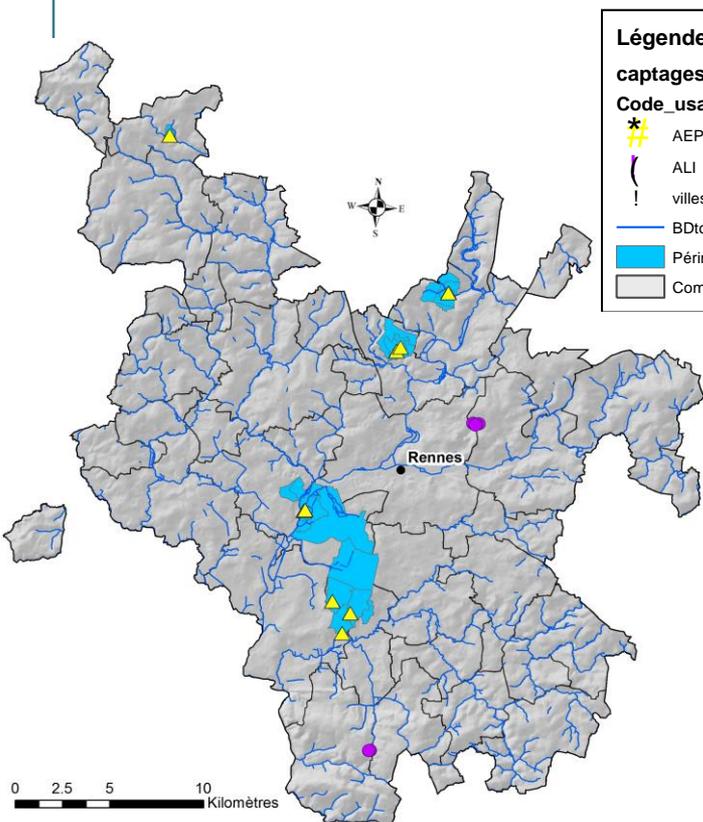
> 43

3) Analyses Multicritères

Les ppc

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

Les périmètres de protection des captages (ppc) : espace réglementé pour préserver la qualité de la ressource en eau souterraine



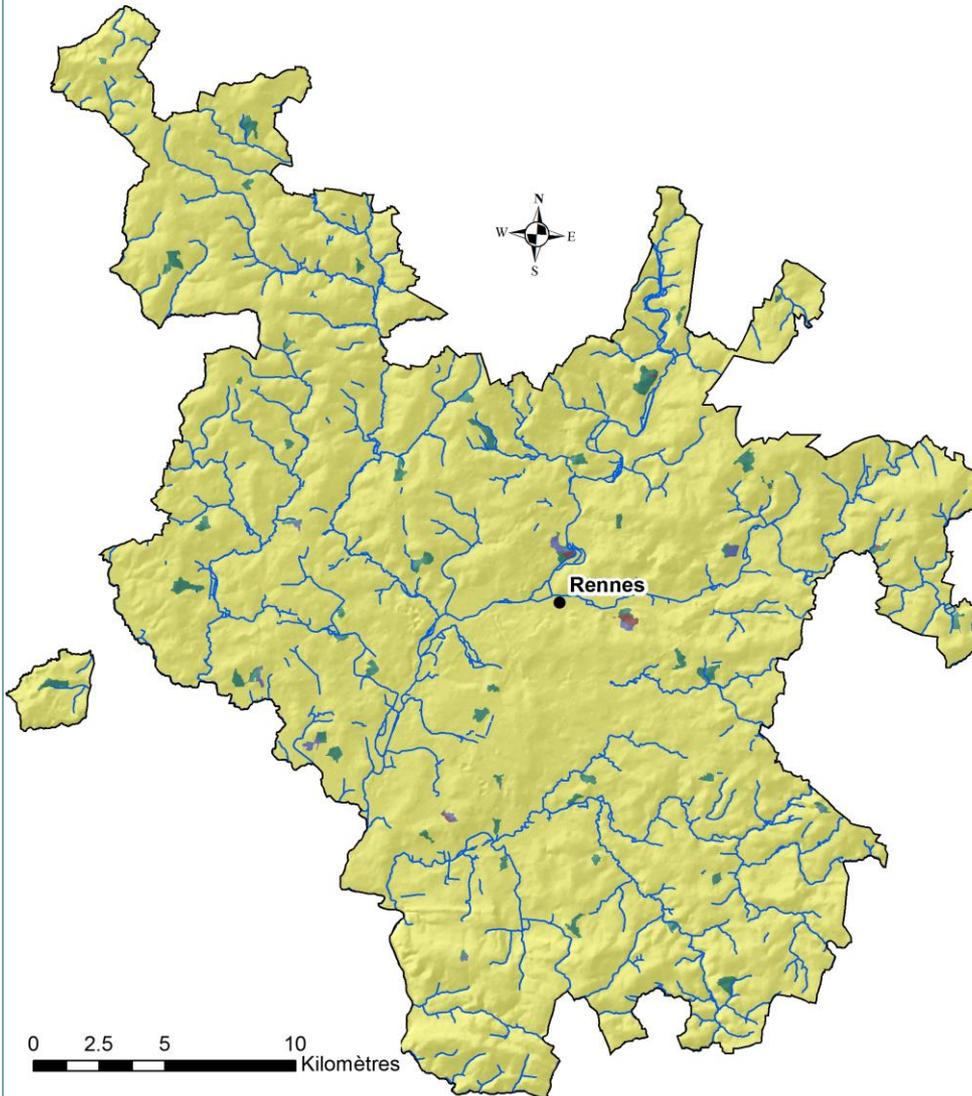
Calcul du pourcentage de surface de ppc par unité fonctionnelle

3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

La présence de cimetières

Calcul du pourcentage de surface de l'emprise des cimetières par unité fonctionnelle



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

pourcentage de surface (cimetières)

pas de cimetières

%cimetières >0 et %cimetières <= 10 (note = 2)

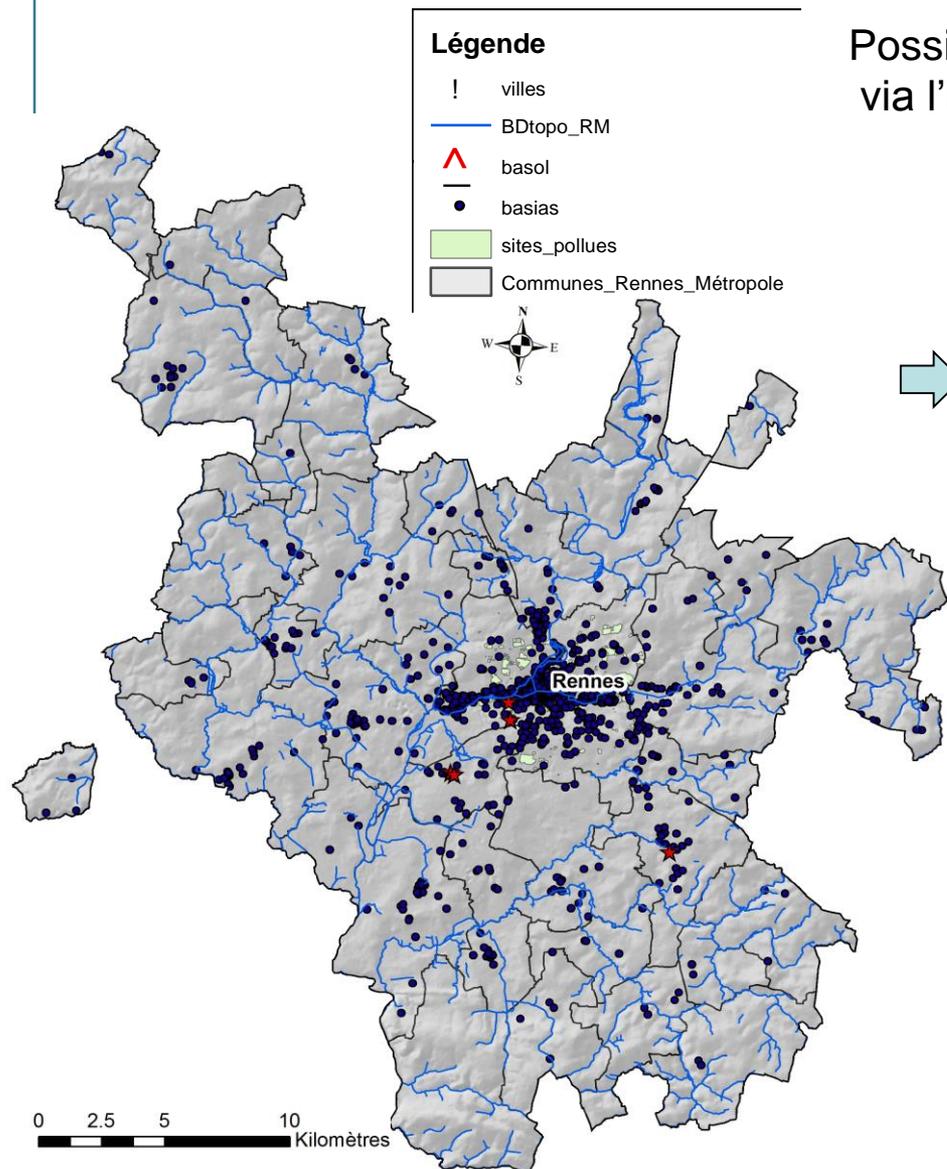
%cimetières >10 et %cimetières <= 25 (note = 5)

%cimetières >25 (note =10)

3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

La présence de sites pollués



Possibilité de remobilisation de pollution via l'infiltration des eaux pluviales

Deux niveaux d'information : ponctuel (BASIAS, BASOL) et surfacique (inventaire sites pollués –Rennes)
Calcul du centroïde des sites pollués.

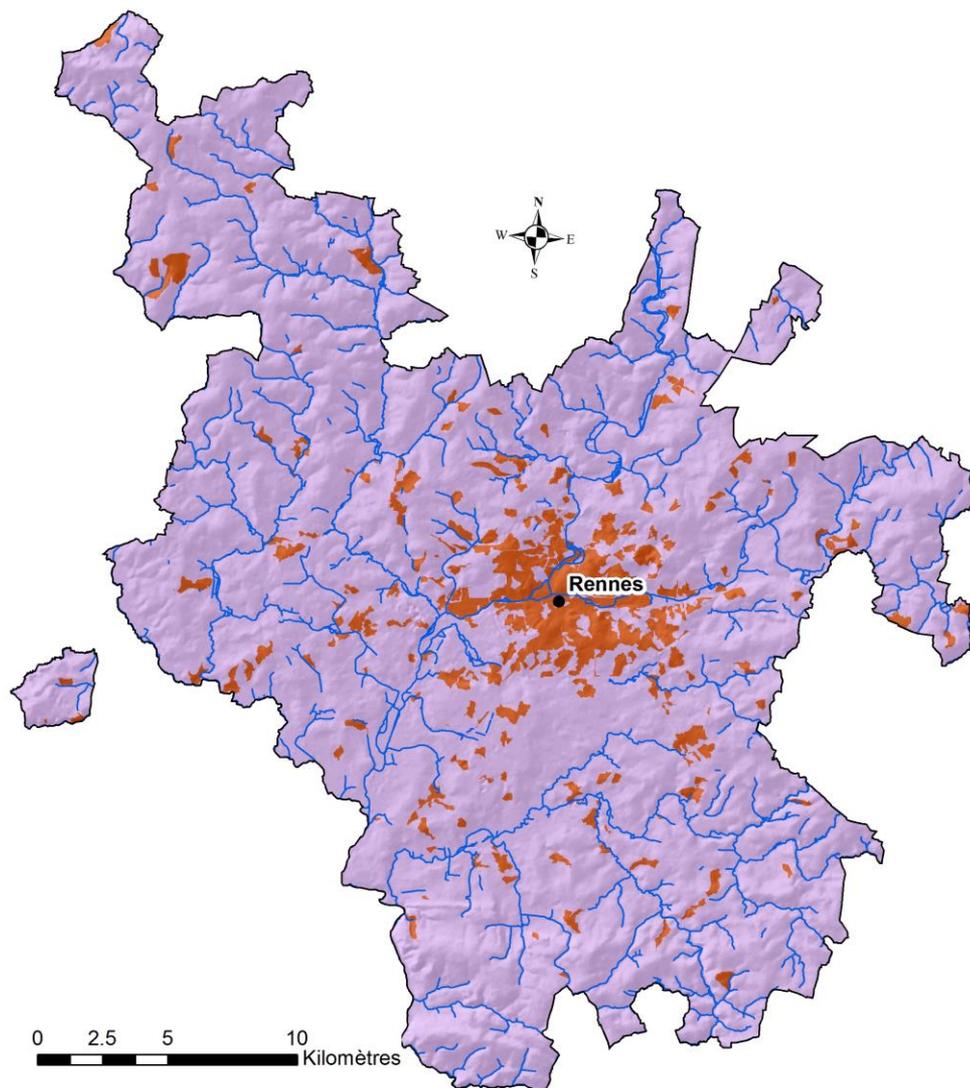
Classification retenue :
Présence de sites pollués (note = 10)
Pas de sites pollués (note = 0)

3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

La présence de sites pollués

Classification retenue :
Présence de sites pollués
(note = 10)
Pas de sites pollués
(note = 0)



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

sites pollués

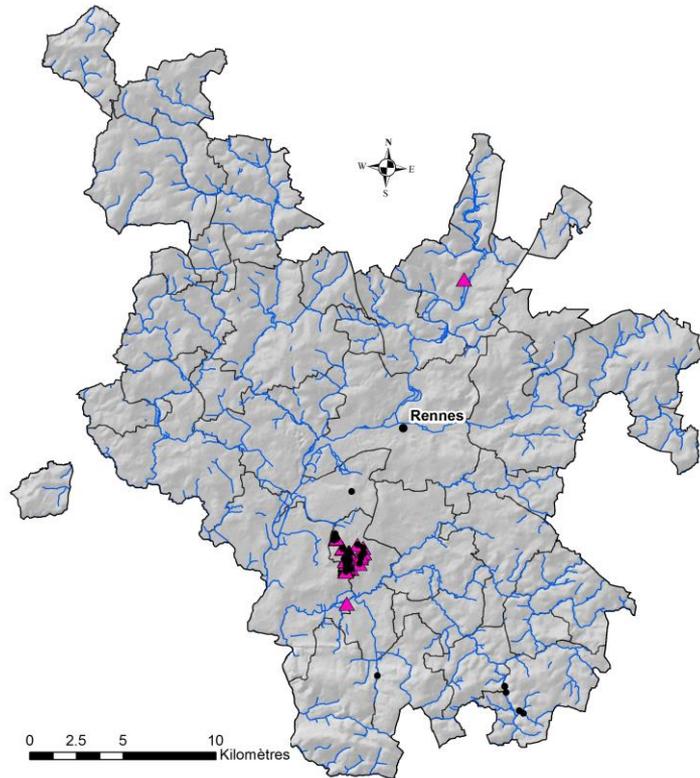
pas de site pollué (note =0)

présence de site(s) pollué(s) note = 10)

3) Analyses Multicritères

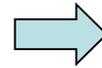
➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

La présence Cavités et mouvements de terrain (MVT)

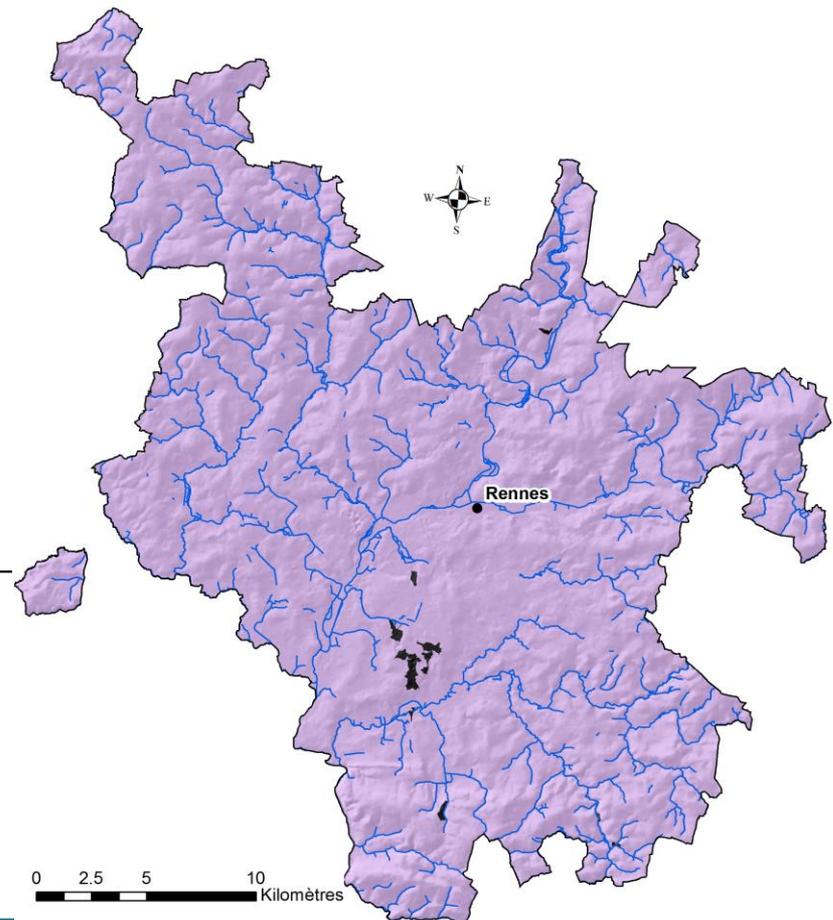


Légende

- { Cavités
- # Mouvements de terrain
- ! villes
- BDtopo_RM
- Communes_Rennes_Métropole



Classification retenue :
Présence de cavités et MVT (note = 10)
Pas de cavités et MVT (note = 0)



Légende

- ! villes
- BDtopo_RM
- unités fonctionnelles**
- cavités / MVT**
- pas de cavité/ MVT (note =0)
- présence de cavité et MVT (note = 10)

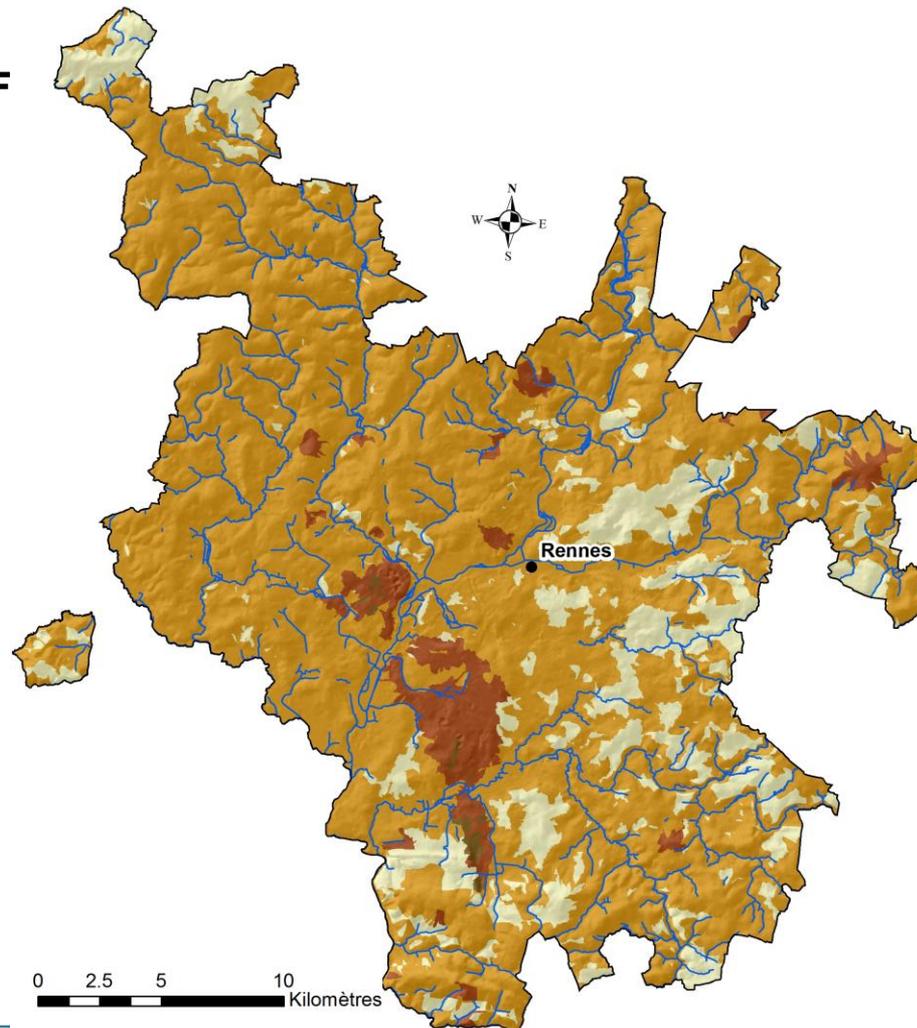
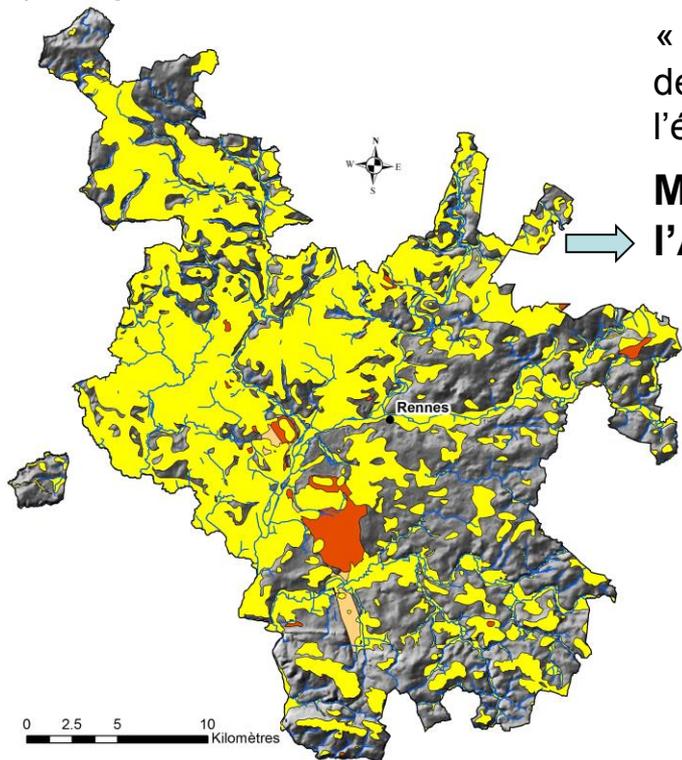
3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

Aléa Retrait Gonflement

« Les phénomènes de retrait-gonflement sont dus pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau » BRGM/RP-58120-FR

Moyenne de l'Aléa par UF



Légende

! villes
— BDtopo_RM

Aléa retrait gonflement

libelle

Aléa faible
Aléa fort
Aléa moyen

Légende

! villes
— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

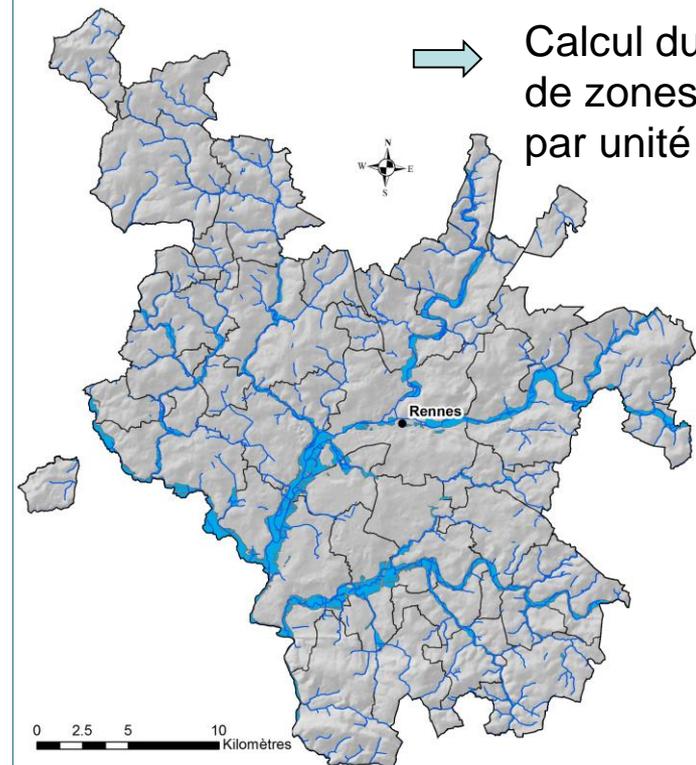
Aléa retrait gonflement

pas d'aléa
moyenne >0 et ≤ 1 (note = 2)
moyenne >1 et ≤ 2 (note = 5)
moyenne >2 (note = 10)

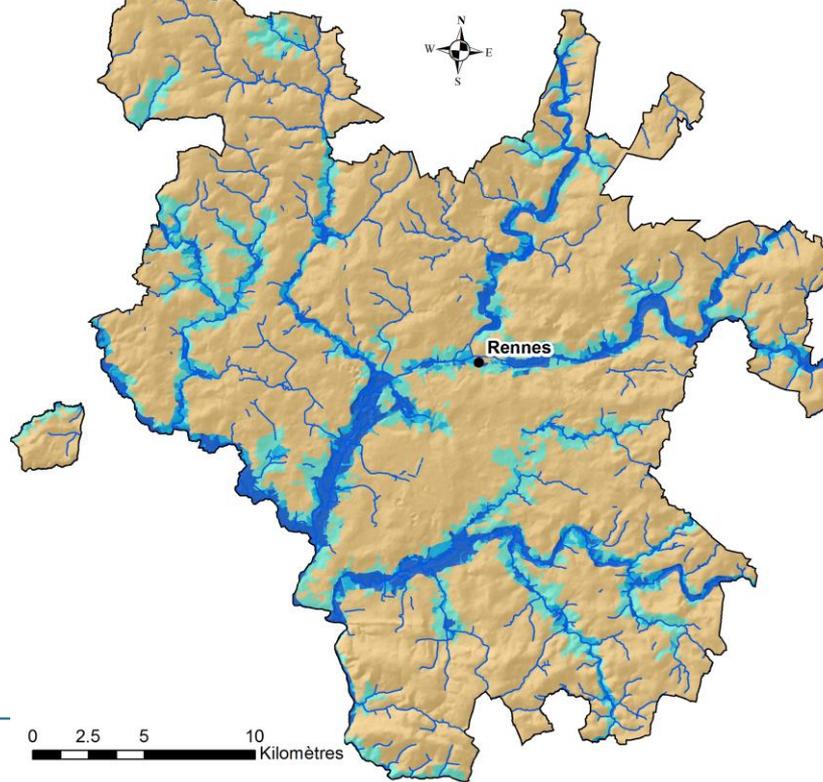
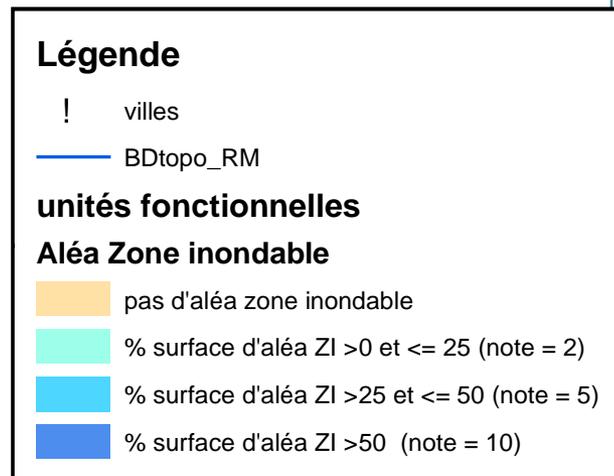
3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

Aléa Zones inondables



Calcul du pourcentage de surface de zones inondables par unité fonctionnelle



3) Analyses Multicritères

➤ 2) Les critères liés aux contraintes réglementaires

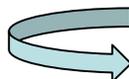
Méthode des poids et des critères

Calcul l'indicateur des contraintes réglementaires : (ICR) pour chaque unité fonctionnelle

CRITERES LIES AUX CONTRAINTES REGLEMENTAIRES			
NOM	Type de données	Variabilité des notes	Pondération
Présence de captages (code de la santé publique)	point	0 /10	1
Périmètre de protection	polygone	0 /2 / 5 / 10	4
Présence de cimetières	polygone	0 /2 / 5 / 10	2
Présence de sites pollués (Rennes/ BASIAS/BASOL)	point	0 /10	4
Présence de cavités et mouvements de terrain	point	0 /10	2
Argiles-Aléa retrait gonflement	polygone	0 /2 / 5 / 10	4
Aléa zones inondables	polygone	0 /2 / 5 / 10	3

Total = 20

$$ICI = [captages] + 4*[ppc] + 2*[cimetières] + 4*[sites pollués] + 2*[cavites_MVT] + 4*[Aléa RG] + 3*[Aléa ZI]$$



Valeur ICR compris entre 0 et 200



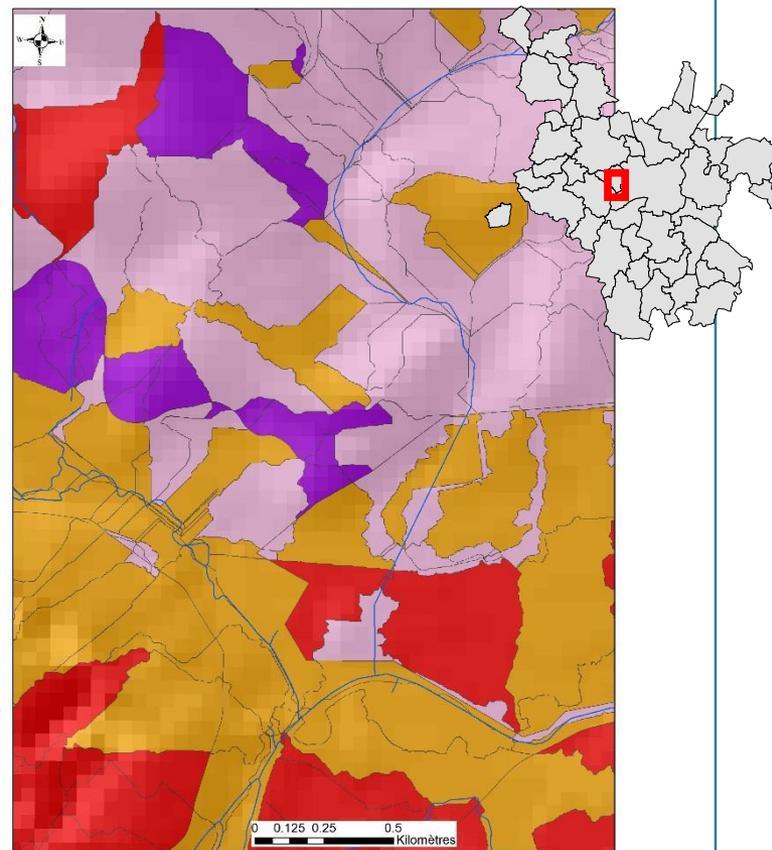
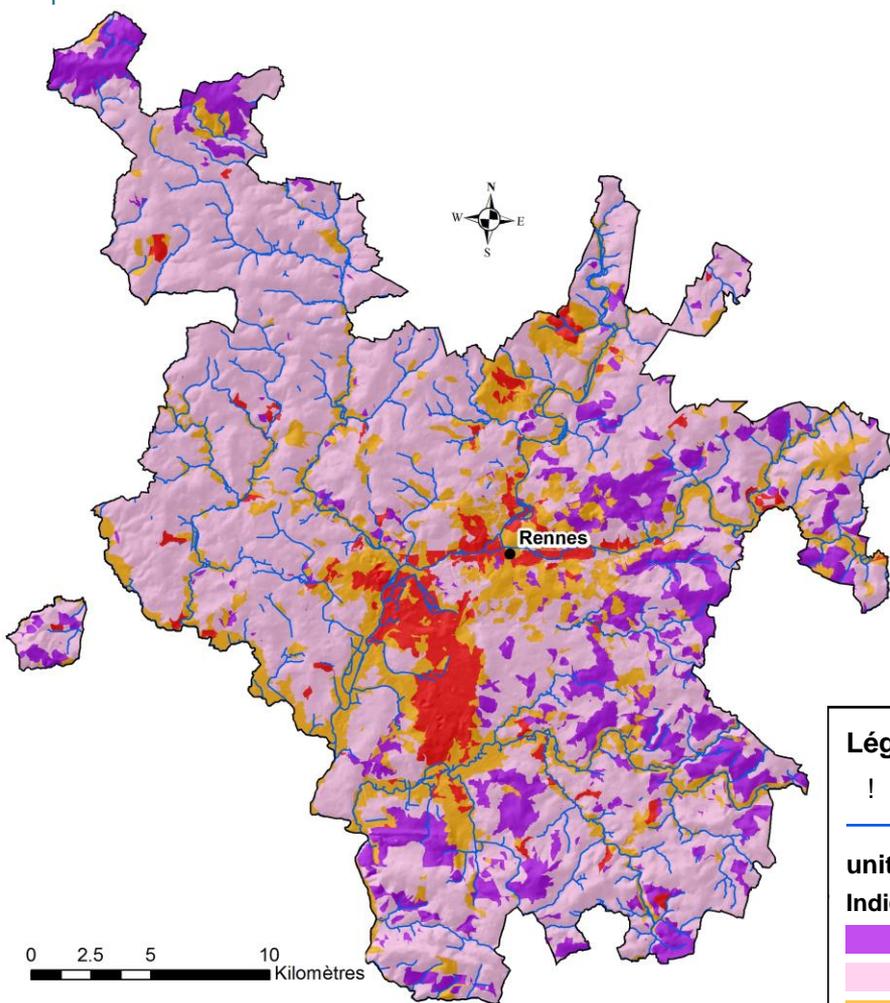
Géosciences pour une Terre durable

brgm

3) Analyses Multicritères

> 1) Les critères naturels

Calcul de l'Indicateur de contraintes réglementaires (ICR) pour chaque unité fonctionnelle (zones urbanisées comprises)



Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

Indice des contraintes réglementaires

< 5 / contrainte très faible

> 5 et \geq 15 / contrainte faible

> 15 et \leq 50 / contrainte moyenne

> 50 et < 130 / contrainte forte

3) Analyses Multicritères

Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux pluviales sur le territoire de Rennes Métropole

CRITERES NATURELS
Epaisseur de la zone non saturée
Perméabilité des sols
Indice de susceptibilité de présence d'argiles
IDPR
Hydromorphie des sols (INRA)
Pentes
Zones endoréiques



**l'indicateur des capacité
d'infiltration (ICI)**



CRITERES LIES AUX CONTRAINTES REGLEMENTAIRES
Présence de captages (code de la santé publique)
Périmètre de protection
Présence de cimetières
Présence de sites pollués (Rennes/ BASIAS/BASOL)
Présence de cavités et mouvements de terrain
Argiles-Aléa retrait gonflement
Aléa zones inondables



**l'indicateur des contraintes
réglementaires : (ICR)**



Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux pluviales =

**l'indicateur des capacité
d'infiltration (ICI)**



**l'indicateur des contraintes
réglementaires : (ICR)**

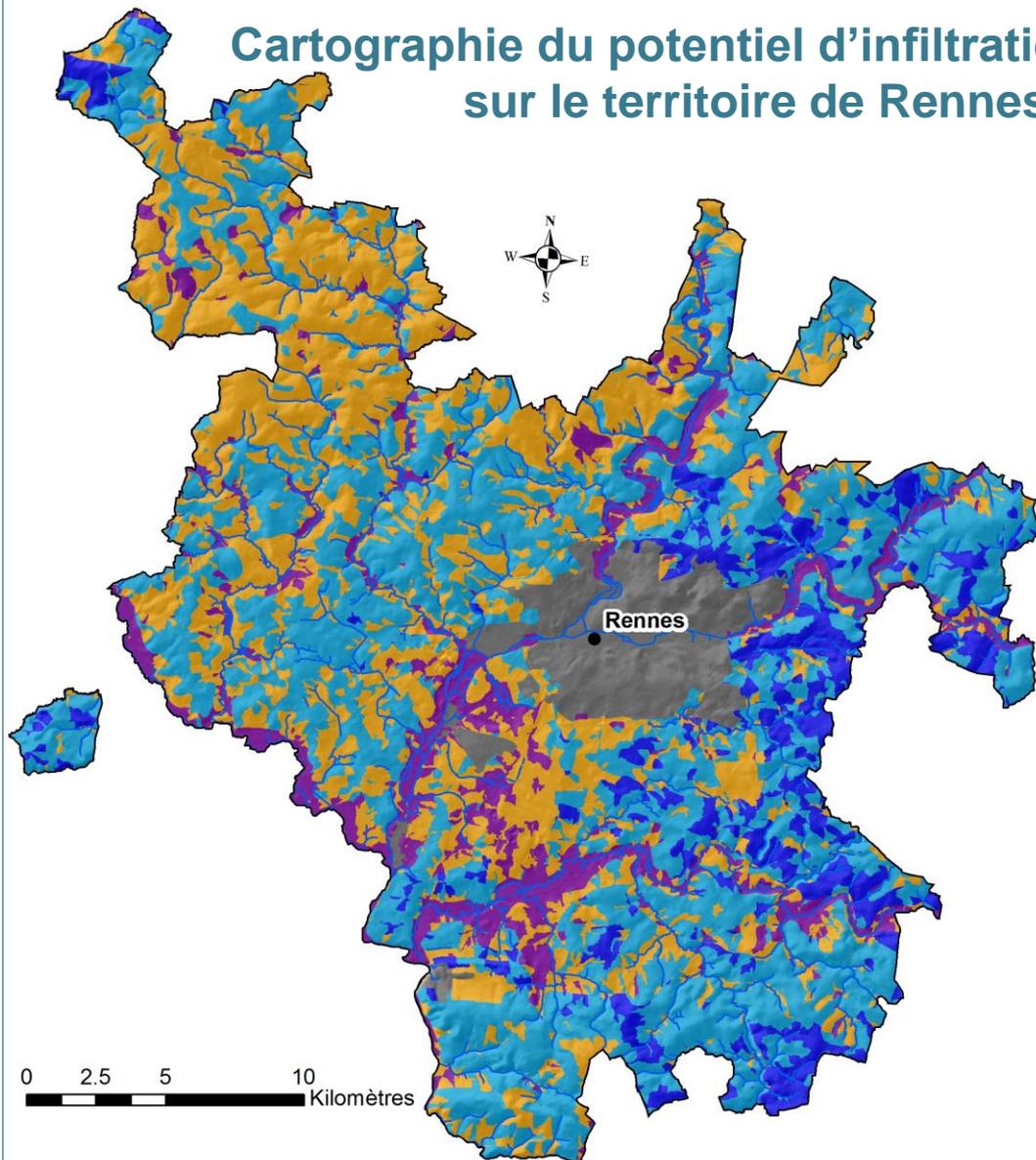


Géosciences pour une Terre durable

brgm

3) Analyses Multicritères

Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux pluviales sur le territoire de Rennes Métropole



Zones urbanisées
non prises en compte

Légende

! villes

— BDtopo_RM

unités fonctionnelles

Potentiel d'infiltration des eaux pluviales

■ zones urbanisés

■ < 50 / potentiel d'infiltration faible

■ > 50 et <= 100 / potentiel d'infiltration moyen

■ > 100 et <= 150 / potentiel d'infiltration assez fort

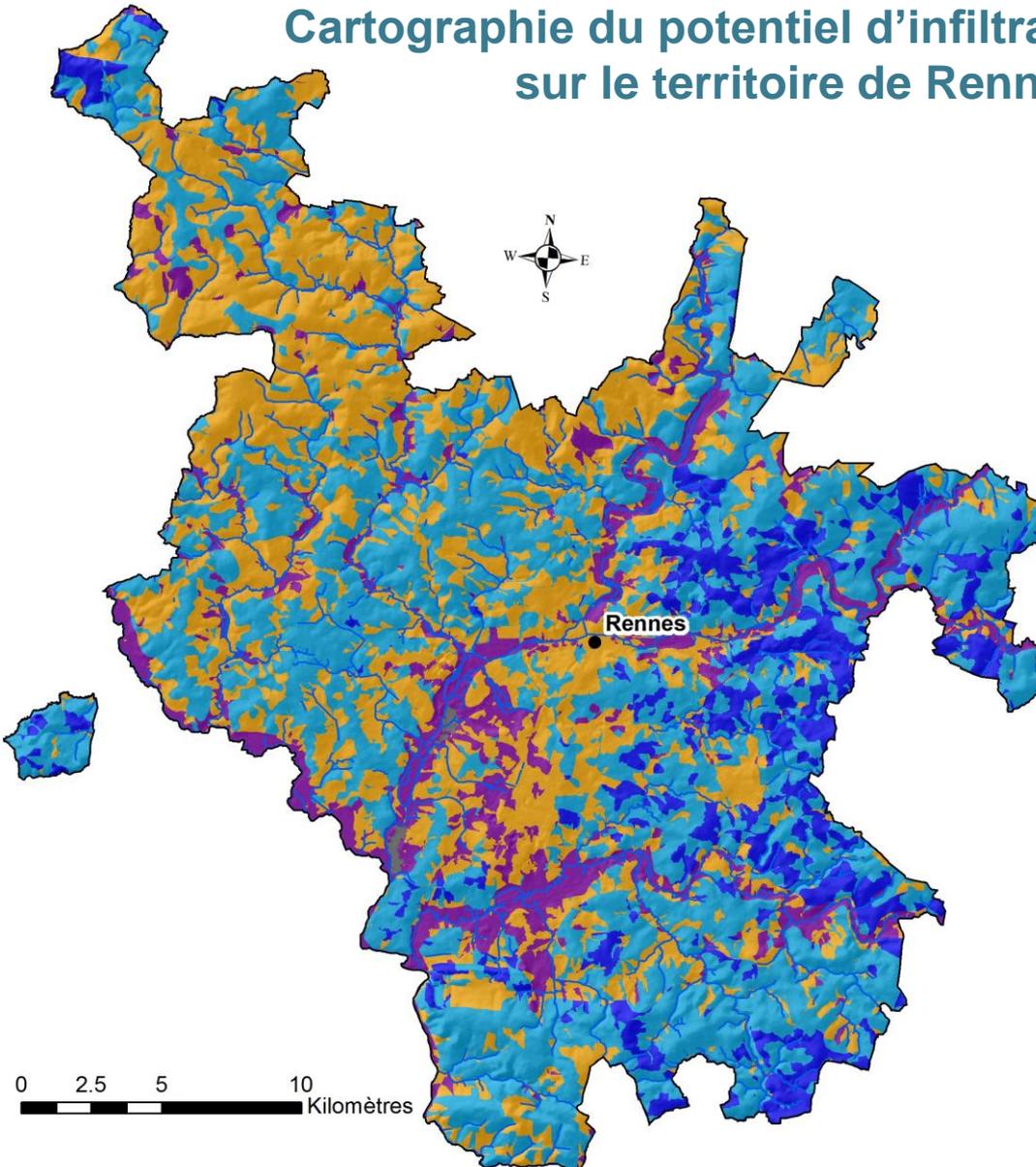
■ > 150 / potentiel d'infiltration fort

0 2.5 5 10
Kilomètres

BRGM Bretagne

3) Analyses Multicritères

Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux pluviales sur le territoire de Rennes Métropole



Zones urbanisées
prises en compte

Légende

! villes

— BDtopo_RM

UF_treatment_index_final

Potentiel d'infiltration des eaux pluviales

■ lacs

■ < 50 / potentiel d'infiltration faible

■ > 50 et <= 100 / potentiel d'infiltration moyen

■ > 100 et <= 150 / potentiel d'infiltration assez fort

■ > 150 / potentiel d'infiltration fort



Géosciences pour une Terre durable

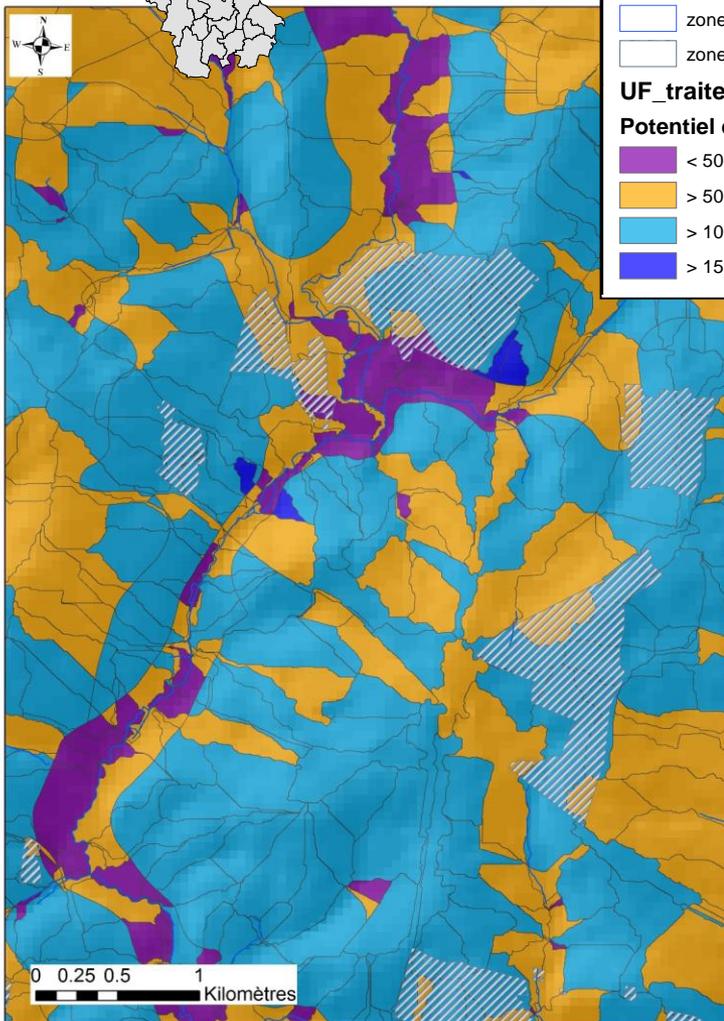
brgm

3) Analyses Multicritères

Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux pluviales sur le territoire de Rennes Métropole



Secteurs à urbaniser



Légende

- ! villes
- BDtopo_RM
- zones humides
- zones_a_urbaniser

UF_traitement_indice final

Potentiel d'infiltration des eaux pluviales

- < 50 / potentiel d'infiltration faible
- > 50 et <= 100 / potentiel d'infiltration moyen
- > 100 et <= 150 / potentiel d'infiltration assez fort
- > 150 / potentiel d'infiltration fort

Secteurs à urbaniser et zones humides

